

مهرجان القراءة للجميع



كتاب الشباب



الهيئة المصرية
العامة للكتاب

الجزء
الثاني

عند العرب
والمسلمين

الغلاب

د. زين العابدين متولى

إهداء

الأستاذ/محمد عاشور محمد

جمهورية مصر العربية

إهداء ٢٠٠٨

الأستاذ/محمد عاشور محمد

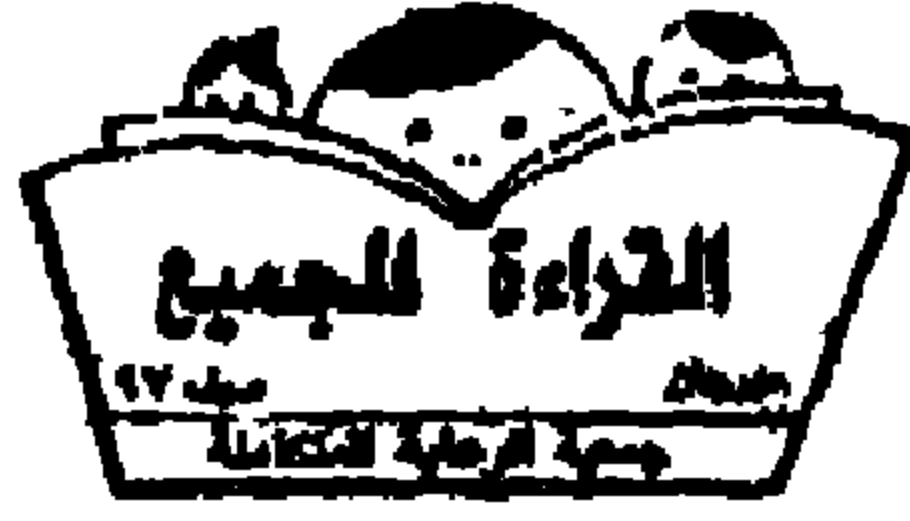
جمهورية مصر العربية

الفلك عند العرب والمسلمين
الجزء الثانى

الفلك عند العرب والمسلمين

الجزء الثاني

د. زين العابدين متولى



مهرجان القراءة للجميع ٩٧
مكتبة الأسرة
برعاية السيدة سوزان مبارك
(كتاب الشباب)

**الفلك عند العرب
والمسلمين ج ٢**
د. زين العابدين متولى

الغلاف
الإشراف الفنى:
للغنان محمد الهندي

المشرف العام

د. سمير رحان

الجهات المشتركة:

جمعية الرعاية المتكاملة المركزية

وزارة الثقافة

وزارة الإعلام

وزارة التعليم

وزارة الإدارة المحلية

المجلس الأعلى للشباب والرياضة

التنفيذ: الهيئة المصرية العامة للكتاب



مقدمة

وهكذا تمضي مسيرة مكتبة الأسرة لتقدم في عامها الرابع تسع سلاسل جديدة تضم روائع الفكر والإبداع من عيون كتب الآداب والفنون والفكر في مختلف فروع المعرفة الإنسانية، تروى تعطش الجماهير للثقافة الجادة والرفيعة، وتنضم إلى مجموعة العناوين التي صدرت خلال الأعوام الثلاثة الماضية لتغطي مساحة عريضة من بحور المعرفة الإنسانية، ولتقطع بأن مصر غنية بتراثها الأدبي والفكري والإبداعي والعلمي، وأن مصر على مر التاريخ هي بلاد الحكمة والمعرفة والفن والحضارة .. عبقرية في المكان وعبقرية الإبداع في كل زمان.

سوزان مبارك

على سبيل التقديم . . .

**مكتبة الأسرة ٩٧ رسالة إلى شباب مصر
الواعد تقدم صفحات متألفة من متعة الإبداع
ونور المعرفة مصدر القوة في عالم اليوم..
صفحات تكشف عن ماضينا العريق وحاضرنا
الواعد وتستشرف مستقبلنا المشرق.
د. سمير سرحان**

موسى بن شاكر :

ظهر موسى بن شاكر فى عصر المأمون وسطع هو وبنوه
الثلاثة محمد وأحمد وحسن فى سماء العلم ، نبغوا فى الرياضيات
وخاصة الهندسة والفلك والفلسفة ، كانوا محل رعاية المأمون،
وقد انقطعوا للعلم .

. واستعملوا القانون المعروف « بقانون هرون » لتقدير
مساحة المثلث اذا علم طول كل ضلع من أضلاعه هكذا .

مساحة المثلث = ح (ح - الضلع الأول) (ح - الضلع الثانى)
(ح - الضلع الثالث)

حيث ح طول نصف محيط المثلث ومثال ذلك اذا طلب
ايجاد مساحة المثلث الذى أطوال أضلاعه ٣ ، ٤ ، ٥ فيكون
طول محيط هذا المثلث هو $3 + 4 + 5 = 12$ وتكون قيمة ح
فى قانون هرون مساوية ٦ .

$$\therefore \text{مساحة المثلث} = 6(6-3)(6-4)(6-5) = 1 \times 2 \times 3 \times 6 = 36 = 6$$

ويعزى اليهم القول بالجاذبية العامة بين الأجرام السماوية
يربط كواكب السماء بعضها ببعض ، وقد كلفهم المأمون
بقياس محيط الأرض وقد قدروه بنحو أربعة وعشرين ألف ميل ،
وقد اختاروا مكانين منبسطين أحدهما صحراء سنجار حيث
نصبوا الآلات وقاسوا الارتفاعات والميل والأفق وعلموا ان كل
درجة من درجات الفلك يقابلها $\frac{1}{60}$ ميل . وقياس العرب هو
أول قياس حقيقى أجرى كله مباشرة مع كل ما اقتضته تلك
المساحة من المدة الطويلة والصعوبة والمشقة واشترك جماعة من
الفلكيين والمساحين فى العمل .

ان قياس قوس من دائرة نصف النهار بطريقة بنى موسى
لابد وأن يكون بها بعض الأخطاء البسيطة وتتلخص فى أخذ
ارتفاع الشمس والنجوم وحفظ المسير فى خط مستقيم هذا
بخلاف وقوع بعض الأخطاء فى طول الحبال عن اختلاف درجات
الحرارة والرطوبة .

وقد بنوا مرصدا على جسر بغداد قاموا فيه بكثير من
الرصدات عول ابن يونس فى أرصاده الفلكية على أرصادهم
واعترف البيرونى بمهارة بنى موسى فى الرصد .

المأمون كان مغرم بعلوم الأوائل وتحقيقاتها فطلب من
 بنى موسى أن يتحققوا من صحة قيمة محيط الكرة الأرضية
 فسألوا عن الأراضى المتساوية فى أى البلاد هى فقبل لهم صحراء
 سنجار فى غابة الاستواء فأخذوا معهم جماعة ممن يثق المأمون
 الى أقوالهم ويثق فى معرفتهم لهذه الصناعة وخرجوا الى سنجار
 ووقفوا فى موضع منها فأخذوا ارتفاع القطب الشمالى (ارتفاع
 نجم القطب الشمالى عن سطح الأرض هو تعبير صادق عن
 قيمة خط عرض المكان) ببعض الآلات وضربوا فى ذلك الموضع
 وتدا ربطوا فيه حبلا طويلا ثم مشوا الى الجهة الشمالية
 على استواء الأرض من غير انحراف الى اليمين واليسار كلما
 أمكن ذلك فلما فرغ الحبل فصبوا فى الأرض وتدا وربطوا
 فيه حبلا طويلا ومشوا الى جهة الشمال أيضا كفعلهم الأول
 ولم يزل ذلك دأبهم حتى انتهوا الى موضع أخذوا فيه ارتفاع
 نجم القطب الشمالى المذكور فوجدوه قد زاد على الارتفاع
 الأول درجة واحدة فقاوسوا ذلك المسافة من الأرض بالحبال
 فبلغ $\frac{2}{3}$ ٦٦ ميلا فعلموا أن كل درجة من درج الفلك يقابلها
 من سطح الأرض $\frac{2}{3}$ ٦٦ •

ثم عادوا الى الموضع الذى ضربوا فيه الوتد الأول وشدوا
 فيه حبلا وتوجهوا الى جهة الجنوب ومشوا على الاستقامة
 وعملوا كما عملوا فى جهة الشمال ثم أخذوا الارتفاع فوجدوا

القطب الجنوبي قد نقص عن ارتفاعه الأول درجة واحدة فصح حسابهم وحققوا ما قصده من ذلك . فلما عاد بنو موسى إلى المأمون وأخبروه بما صنعوه وكان موافقا لما رآه في الكتب القديمة من استخراج الأوائل طلب تحقيق ذلك في موضع آخر سيرهم إلى أرض الكوفية وفعلوا كما فعلوا في سنجار فتوافق الحسابان فعلم المأمون صحة ما حورره القدماء في ذلك الميل العربي ٤٠٠٠ ذراع سوداء والذراع ٤٩٣٣ ر. متر وبذلك يكون الميل العربي ١٩٧٣ ر. ٢ متر فكان طول الدرجة عند فلكي المأمون ١١١٨١٥ مترا وطول جميع محيط الأرض ٤١٢٤٨ كيلو مترا وهو قدر قريب من الحقيقة عموما فهذا القياس قياس حقيقي أجرى كله مباشرة مع كل ما اقتضت من الصعوبة والمشقة واشتراك جماعة من الفلكيين والمساحين في العمل وهذا يجعلنا أن نعتبر هذا العمل من أعمال العرب العلمية المجيدة الماثورة.

ومن أهم الأعمال النظرية التي ذكروها في مؤلفاتهم والتي تعزى إلى أحدهم أو إلى أيهم أنه قال بأن هناك تفاعلا بين الأجرام السماوية ، الذي يطلق عليه اسم « الجاذبية العامة » وهذا التفاعل هو الذي يجعل الأجسام تقع على الأرض متجهة نحو مركزها وأنه هو الذي يربط كواكب السماء بعضها ببعض .

لقد كان أبناء موسى وحيدى عصرهم في اتقان الوسائل

الفلكية والكمياسة فى استخدامها وتطبيقها • وقد شهد لأبناء
موسى علماء شاهدوا بعيونهم ودقتهم فى كل ما قاموا به •

وأبناء موسى أشهر مما تتصور فمن بين ٥٣٤ فلكيا عربيا
حفظ لنا التاريخ أسمائهم وهذا عدد يندر أن نجده بين أبناء
أمة راقية أخرى فى العالم وعموما فأبناء موسى قد ساهموا
مساهمة كبرى فى بعث النهضة العلمية الأوروبية •

فى المرصد الخاص بأبناء موسى والذي كان موجودا على
قنطرة نهر دجلة عند « باب التاج » وهنا نجد محمد ابن موسى
يكرس حياته للرصد والحساب وألف كتابا فلكية تعالج
الاتجاهات العمودية على البعد القطبى وكانت هى الأولى من
نوعها فى الفلك كما اشترك مع أخويه أحمد وحسن فى وضع
كتاب فى المساحات الكروية وقد عرف هذا الكتاب فى العصور
الوسطى فى أوروبا باسم كتاب الأخوة الثلاثة فى الهندسة •

وضع محمد بن موسى كتابا حول أصول العالم وعناصره
كما عنى بعلم الأرصاد دون ملاحظات حول الأجواء واهتم
بالتركيبات الخاصة بالأجهزة والآلات •

وضع أحمد كتابا في تركيب الآلات وتنظيمها وبخاصة
لآلية منها وحير الموهوبين فنيا من العرب واخترع أحمد بن
موسى أشياء كثيرة تدعوا الى الدهشة فقد صابر في بناء الآلات
الدقيقة المعقدة التركيب والتي ذات فائدة قصوى للمجتمع .



ثابت بن قرة :

ولد ثابت بن قرة في حران سنة ٢٢١ هـ ثم انتقل الى
بغداد واشتغل بالعلم وكان قد التقى بمحمد بن موسى الخوارزمي
وكان يحسن السريانية واليونانية والعبرية ، يجيد الترجمة
الى العربية وقد ترجم كتب كثيرة من علم الاقدمين في الرياضيات
والمنطق والتنجيم والطب وقد ترجم كتب بطليموس في الفلك
« المجسطى » .

لقد نبغ ثابت بن قرة في الطب والرياضيات والفلك
والفلسفة ووضع فيها جميعا مؤلفات قيمة وله أرصاد قيمة تولاها
في بغداد وتعتبر هذه الأرصاد من الأرصاد الفلكية النادرة ولست
مبالغا اذا قلت ان هذه الأرصاد أصبحت لها أهمية حيوية
لرواد الفضاء في هذا العصر بعد مضي العديد من القرون واتضح
أخيرا أن هذه الأرصاد سليمة بل ودقيقة للغاية .

ومن مؤلفات ثابت بن قرّة كتاب في تسهيل المجسطى وثاني في المداخل الى المجسطى وثالث في علة الكسوف ورابع في أشكال المجسطى وخامس في حركة الفلك وكتاب في الأثواء وسادس في حساب كسوف الشمس وخسوف القمر ومن أعماله الفلكية كتاب في آلات الساعات يبحث في تعيين الوقت بقياس الظل واستعمال المزاول • وله مقالات كثير نذكر منها مقالة في حساب خسوف القمر والشمس وأخرى في تركيب الأفلاك •

ويعتبر ثابت بن قرّة من رواد العلماء العرب الذين درسوا العلم للعلم وعكفوا عليه رغبة في الاستزادة منه ومنع ثابت بن قرّة تصادفنا أسماء أخرى لا تقل عنه في النبوغ مثل أبو عبد الله محمد الذي كان من أدق الراصدين وخاصة في ظواهر الخسوف والكسوف واقتراعات الكواكب وكان اللبنة الأولى في نهضة العلوم في مصر •

ترجم ثابت بن قرّة عددا من الكتب الفلكية والرياضية والطبية الى « بنى موسى » وهذه الكتب لمشاهير العلماء مثل « أرشميدس » « أفلاطون » و « جالينوس » و « بقراط » كما ترجم جغرافية بطليموس ولم يقف نشاطه العلمي عند هذا بل راجع ترجمات حنين وابن و صححها ثم انصرف بعد ذلك الى تأليف الكتب فوضع ما يقرب من مائة وخمسين كتابا عربيا ، عشرة في السريانية حول الفلك والرياضيات والطب فوضعت

هذه المؤلفات وذلك الاتاج لا في مقدمة علماء عصره فقط بل زعيما للعلوم الاسلامية .

« ولثابت » أرصاد أخذها في « بغداد » وجمعها في كتاب فيه مواهبه في سنة الشمس وما أدركه بالرصد في مواضع أوجها ومقدار سنينها وكمية حركاتها وصورة تعديلها .

فقد استخرج حركة الشمس وحسب طول السنة النجمية فكانت أكثر من الحقيقة بنصف ثانية وحسب ميل دائرة البروج وقال : بحركتين مستقيمة ومتقهقرة لنقطتي الاعتدال .

مؤلفاته الفلكية :

- كتاب في العمل بالكرة .
- كتاب في أبطاء الحركة في فلك البروج .
- كتاب في ايضاح الوجه الذي ذكر بطليموس به استخراج من تقدمه مسيرات القمر وهي المستوية .
- كتاب في الهيئة .
- كتاب في تركيب الأفلاك .
- كتاب في حركة الفلك .
- كتاب رؤية الأهلة بالجنوب .

- كتاب رؤية الأهلة من الجداول
- كتاب فى أشكال المجسطى •
- كتاب فىما يظهر من القمر من آثار الكسوف
وعلاماته •
- كتاب فىما أغفلة « ثاون » فى حساب كسوف الشمس
والقمر •
- مقالة فى حساب خسوف القمر والشمس •
- كتاب فى الأنواء •
- كتاب مختصر فى علم النجوم •
- مختصر فى علم الهيئة وكتاب للفروضات •

عمر الخيام :

هو عمر الخيام الرياضى والفلكى والشاعر والفارس ولد
حوالى ١٠٥٠ م وتوفى حوالى ١١٢٣ م • يرجع الى الفضل
الأكبر فى عمل التقويم الفارسى الذى لا يتعدى الخطأ فى يوما
واحدا كل ٥٠٠٠ سنة ويرجح أن يكون هو مكتشف نظرية
المتواليات وقد قام بوضع الحلول الهندسية والجبرية لمعادلات
الدرجة الثانية وبعض معادلات الدرجة الثالثة ، وهو شهير فى
الغرب بخیالاته وفلسفته الشعرية •

لا بد من الإشارة الى أن « الخيام » لم ينبغ في الرياضيات
والشعر فحسب بل برع أيضا في الفلك .

ويقال أنه بلغ ذلك درجة قل من وصل اليها من علماء
عصره حتى أن السلطان « ملكشاه » دعاه سنة ٦٧٤هـ - ١٠٧٤م
وطلب منه مساعدته في تعديل التقويم السنوي . ويقال عنه انه
كان أحد الثمانية الذين اتدبوا لذلك ، وقد نجح « عمر » في
التقويم نجاحا كان موصع اعجاب مولاه « ملكشاه » وتقديره
وأن هذا التقويم كان أدق من غيره من التقاويم وتقرّب دقته
من دقة التقويم « الجريجورى » بل وقد يكون هذا التقويم
أدق من التقويم الجريجورى الذى يؤدى الى خطأ مقداره يوم
كل ٣٣٣٠ سنة بينما الخطأ الذى ينجم عن تقويم « الخيام »
هو يوم فى كل ٥٠٠٠ سنة .

ولللخيام كتب أخرى فى الفلك منها « زيچ ملكشاه » .
كلنا نعلم حق المعرفة أن عمر كان شاعرا ويندر أن نجد
واحدا يعرف أن عمر الخيام كان من كبار رياضى زمانه ومن
فحول فلكى عصره . فلقد أسدى خدمات حقيقية للرياضيات
والفلك لا تقل عن خدماته للأدب والفلسفة والشعر . وقد تم
اطلاق اسمه على إحدى مناطق الجانب الآخر من سطح القمر .



الخازن :

الخازن هو أبو الفتح عبد الرحمن المنصور الخازني المعروف بالخازن وهو من أشهر علماء النصف الأول من القرن الثاني عشر للميلاد وقد نشأ في مرو أشهر مدن خراسان ، ودرس فيها . اشتهر ببحوثه في الرياضيات وخاصة الميكانيكا والطبيعة والفلك ، وله زيغ فلکی يعرف بالزیج السنجری ألفه الخازني أيام الخليفة المسترشد بالله (سنة ٥١٢ هـ - ١١١٨ م الى ٥٢٩ هـ - ١١٣٥ م) ذكر فيه أدوار عظيمة محسوبة على الأوساط المثبتة بأرصاد فلکی العرب . كتب الخازني عن أدوار توافق الحركات المعتبرة وان كان الوصول الى مثلها غامضا جدا لكثرة الحسابات فيها . وجمع أرصادا أخرى غاية في الدقة ومن أشهر كتبه ميزان المحسكة ترجم الى اللغات الأجنبية ، وهو الأول من نوعه بين الكتب العلمية القديمة القيمة وخاصة في الأيدروستاتيكا يقول عنه « سارتون » انه من أجل الكتب التي تبحث في هذه الموضوعات وأروع ما أنتجه الفرنجة في القرون الوسطى ، كما اعترف « بلتن » في أكاديمية العلوم الأمريكية بما لهذا الكتاب من شأن في تاريخ الطبيعة وتقدم الفكر عند العرب .

تحدث الخازن عن الجاذبية حيث قال بقوة جاذبية لجميع

جزئيات الأجسام وأوضح أن الأجسام تتجه في سقوطها الى الأرض ، وقال ان ذلك ناتج عن قوة تجذب هذه الأجسام في اتجاه مركز الأرض . ويقول أن اختلاف قوة الجذب يتبع المسافة بين الجسم والساقط وهذا المركز . وتدل كتاباته على أنه كان يعلم العلاقة الصحيحة بين السرعة التي يسقط بها الجسم نحو سطح الأرض والبعد الذي يقطعه والزمن الذي يستغرقه . وهي العلاقة التي تنص عليها القوانين والمعادلات التي ينسب الكشف عنها الى علماء القرن السابع عشر جاليليو ونيوتن ولكنها قد تكون صحيحة الى حد ما .

وفق الخازن في عجل زيج فلكى سماء « الزيج المعتبر السنجرى » نسبة الى السلطان « سنجر » وفيه حسب مواقع النجوم لعام ١١١٥ - ١١١٦ م . وجمع أرصادا أخرى هي في غاية الدقة بقيت مرجعا للفلكيين مدة طويلة .



البتروغنى :

هو نور الدين البتروغنى الذى عاش في القرن الثانى عشر ولد في مراکش وعاش في سيفيل عمل خلال نظريته الكوكبية على تطوير النظام المعقد لبطليموس ولكن بنجاح قليل وبالرغم من ذلك نال كتابه عن هذا الموضوع اهتماما كبيرا حيث ترجم

الى العبرية في القرن الثالث عشر ومنها الى اللاتينية ونشر في
فينيسيا عام ١٥٣١ م .

البتروغنى توصل الى حل اللغز الذى وصفه الكندى في
علم الفلك وكان له رأى شديد خاصة في انحراف الأفلاك
والدوائر التى ليس لها مركز مشترك بذلك يكون قد مهد الطريق
للعالم « كوبر نيكوس » . وقد تم اطلاق اسم البتروغنى على
أحدى مناطق المسطح غير المرئى من القمر .

كان أبو اسحاق البتروغنى « البطروجى » من تلاميذ
المرموق محمد بن طفيل الأندلسى (٥٥٠ - ٥٨١ هـ) من هذا
يتبين أن البطروجى كان على قيد الحياة في أواخر القرن
السادس الهجرى .

لقد أثارت نظرية البطروجى حول حركة الكواكب حركة
علمية عظيمة في ميدان علم الفلك . فهذه النظرية العظيمة زعزعت
النظام الفلكى البطليموسى الذى كان جاثما على عقول علماء
الفلك آنذاك .

ومما لا شك فيه أن كتاب الهيئة للبطروجى لعب دورا جليلا
في بلورة الشك في تعاليم بطليموس الفلكية ، مما دفع علماء
الغرب الى ترجمة هذا الكتاب الهام في مجال علم الفلك الى
لغاتهم وترجمة ميشيل سكوت الى اللغة اللاتينية سنة ٦١٤ هـ ،
أما موسى بن طيون فترجمه الى العبرية سنة ٩٣٥ هـ .

والملاحظ أن أبا إسحاق البطروجي رفض نظرية بطليموس
جملة وتفصيلا الخاصة في الأفلاك التدوير والأفلاك الخارجة
المركز وأوصى بالعودة إلى نظام أرسطو طاليس القائل بمركز
الأفلاك جميعا .

ويعتبر البطروجي الفلكي العظيم هو صاحب نظريته الحركة
الحلزونية أو اللولبية للأفلاك .

إن علماء الغرب والشرق اعتمدوا على أفكار ونظريات
البطروجي الفلكية ، ولذا صار كتاب الهيئة للبطروجي من
المصادر الضرورية للباحثين في ميدان علم الفلك .



الخسرقى :

هو أبو بكر محمد بن أبي بشير المعروف « بالخسرقى »
ولد في « خرق » وهي من قرى « مرو » أقام مدة « ينيسابور »
وتوفي بقرية سنة ٥٣٣ هـ - ١١٣٨ م .

كان فلكيا ورياضيا وجغرافيا وقد كتب مؤلفاته بالعربية
ولعل أشهر مصنفاته .

كتاب منتهى الإدراك في تقسيم الأفلاك وهو كتاب يشتمل
على ثلاث مقالات :

الأولى - في بيان تركيب الأفلاك وحركاتها وهذه المقالة جعلت سارطون يقول أن « كتاب منتهى الإدراك » هو من أحسن الكتب التي تبحث في الأفلاك .

والثانية - في هيئة الأرض وتقسيمها الى ثلاثة أقسام وبحث فيه في البحار الخمسة وان اختلاف الطالع والمطالع يرجع الى الأوضاع الجغرافية .

والثالثة - في ذكر التوازغ وتقسيمها وأدوار القرونات وعودتها .

وسار في كتابه هذا على رأى بعض العلماء أمثال « أبى جعفر البخازن » و « ابن الهيثم » في بعض النظريات الفلكية التي تتعلق بالكواكب .

وله أيضا كتاب « التبصرة » وقد لخص فيه « كتاب منتهى الإدراك » وهو من الكتب المتوسطة ذكر فيه أنه اقتدى « بآبن الهيثم » في تقسيم الأفلاك بالأكر المجسمة دون الاقتصار على الدوائر المتوهمة كما هو دأب أكثر المتقدمين . وقسمه قسمين : قسم في الأفلاك وقسم في الأرض وذكر في الأول اثنين وعشرين بابا وفي الثاني أربعة عشر بابا « كتاب الرسالة الشاملة في الحساب » و « كتاب الرسالة المغربية » .

على الرغم من نبوغه في علم الفلك ومكاته العلمية التي

ووصل إليها في مجال علم الفلك والتي جعلته في عداد الخالدين
في تاريخ علم الفلك فقد نوه في أماكن كثيرة عن استفادته
العظيمة من آراء ونظريات ابن الهيثم وأبي جعفر الخازن الفلكية
والتي تخص الكواكب بوجه عام .

تعمق بهاء الدين الخرقى في دراسته لهيئة الأرض من حيث
تقسيماتها الى مسكون وغير مسكون كما قدم في كتابه « منتهى
الادراك في تقسيم الأفلاك » أفكار قيمة حول البحار الخمسة .
أولى أبو بكر الخرقى السحابات والجداول الفلكية
اهتماما بالغا ، ويظهر ذلك من مصنفه كتاب الرسالة الشاملة في
الحساب والذي بقي من أهم المصادر لعلماء الفلك .

يعترف سارتون في كتابه « المدخل الى تاريخ العلوم -
المجلد الثاني الجزء الأول » بمكانة أبو بكر الخرقى العلمية
في هذا الحقل (الفلك) حيث يقول ان كتاب « منتهى الادراك
في تقسيم الأفلاك » هو أحسن الكتب التي تبحث في الأفلاك .



علم الدين قيصر :

هو « علم الدين قيصر بن أبي القاسم بن عبد الغنى سافر
الحنفى المهندس الأسفونى ، الملقب بتعاسيف » عرف بالمهندس .

كان فلكيا ورياضيا اعترف بفضلته ونبوغه ابن أبي أصيبعة
ولد بأسفون من صعيد مصر سنة ٥٧٤ هـ - ١١٧٨ م وتوفي في
دمشق سنة ٦٤٩ هـ - ١٢٥١ م . درس في مصر وسوريا ثم
في الموصل وبعد ذلك رجع الى سوريا ودخل في خدمة حاكم
حماة ١٢٢٩ - ١٢٤٤ م وعمل له بعض النواير والقلاع .

وفي سنة ١٢٢٥ م عمل كرة سماوية كما أنه كتب رسالة في
بدييات أقليدس وأهداها الى نصر الدين الطوسي .

ويظهر جليا تفوق علم الدين قيصر في ميدان علم الفلك
عندما طلب منه عالم حماة « تقي الدين محمود » أن يبنى له
أبراجا فلكية لكي يتمكن طلاب العلم من رصد الكواكب
والأجرام السماوية في بلاد الشام . وبالفعل أنشأ علم الدين قيصر
القلاع في حماة فصارت حماة مركز اشعاع في علم الفلك ليس
فقط لسوريا ولكن للعالم أجمع .

في عام ٦٣٣ هـ عمل علم الدين قيصر كرة سماوية من
الخشب الفاخر لحاكم حماة المظفر الثاني . ورسم عليها جميع
الكواكب التي رصدها العلماء الأوائل وبقيت هذه الكرة
السماوية معمولا بها في جميع أنحاء المعمورة حتى ١٢٢٤ هـ .

وخلاصة القول أن علم الدين قيصر تعاسيف كان عالما
فاضلا في الفلك والرياضيات وشهد له بذلك معظم مؤرخي

العلوم في العالم وعلى رأسهم « موفق الدين بن أبي أصبعية »
في كتابه « عيون الأنباء في طبقات الأطباء » و « جورج
سارتون » و « ديفيد يوجين سميث » •



أبو الصقر :

هو « عبد العزيز بن عثمان القيصي الهاشمي » عالم في
الفلك نسبته إلى « القبيصة » بقرب « الموصل » أو قرب
« سامرا » •

صنف كتابا في النجوم سماه « المدخل إلى صناعة أحكام
النجوم » يقول « البهقي » : (لم يصنف في النجوم أحسن
وأتمن من مدخله) فهو في كتب النجوم مثل كتاب الحفصة بين
الأشعار وله نقد لرسالة « عيسى بن علي » في أبطال
أحكام النجوم ورسالة في الأبعاد والأجرام « هذا بخلاف
ما شرحه من الفصول « للفرغاني » •



القزويني :

هو زكريا بن محمد بن محمود ويلقب بالقزويني ، ولد
بقزوين حوالي سنة ٦٠٥ هـ وتوفي سنة ٦٨٢ هـ • وقد شغف

بالفلك والطبيعة والنبات والحيوان والجيولوجيا ويعتبر كتابه عجائب المخلوقات وغرائب الموجودات من أقدس مؤلفاته فلقد طالب في هذا الكتاب بالنظر في الكواكب وكثرتهما واختلاف ألوانها وسير الشمس وفلكها ، وكسوف الشمس وخسوف القمر الى ما بين السماء والأرض من الشهب والغيوم والبرعود والصواعق الى علوى وسفلى ويقول انه يعنى بالعلوى ما يتعلق بالسماء من كواكب وبروج ومجرات والشمس والقمر وتحدث عن كواكب الزهرة والمريخ والمشتري وعطارد وزحل وربط بين حركتى المد والجزر وبين تحركات القمر ، وتحدث عن المجرة ، وأثر الشمس على الأحياء ، وتكلم عن الزمان وعرفه بأنه مقدار حركة الفلك عن الأيام والشهور والفصول وتحدث عن الهواء والسحاب والرياح والأمطار والرعد والبرق والهالة وقوس قزح وعرض في هذا الكتاب وصف للأرض وقال أن خط الاستواء يقسمها الى نصفين شمالي وجنوبي ، كما انه تكلم عن الزلازل والجبال ومواضعها وارتفاعاتها وحقيقة يدل كتاب عجائب المخلوقات وغرائب الموجودات للقزوينى على افتنانه بالمعرفة الموسوعية فانه جمع في كتاب أشتاتا من المعارف عن البحار والجبال والأنهار والكواكب والكوكبات والأسماك والحيوانات والنباتات والهواء والطيور مع الاشارات الطبية بين حين وآخر .



ابن الصقار :

هو « أبو القاسم أحمد بن عبد الله بن عمر » من قرطبة كان متحققا بعلم العدد والهندسة والنجوم . لم يعرف متى ولد ولكنه توفي سنة ٤٢٦ هـ .

له زيج مختصر على مذهب السندهند وكتاب في العمل بالأسطرلاب .

وهناك غير من ذكرنا علماء اشتهروا بالعلوم الفلكية ، لم تأت المصادر الا على أعمال بسيطة لهم دون شيء يتعلق بحياتهم أو مؤلفاتهم .

— ابن الليث وهو محمد بن أحمد بن الليث كان متفنا بعلم حركات النجوم وأرصادها .

— ابن برغوث هو « أبو عبد الله محمد بن عمرو بن محمد المعروف بابن برغوث » كان مغرما بعلم الأفلاك وحركات الكواكب وأرصادها وتوفي سنة ٦٤٤ هـ — ١٠٥٢ م .

— عبد الله بن أحمد السرقسطي . كان عالما في الهندسة والعدد والنجوم وله رسالة يبين فيها فساد مذهب

« السندهند » في حركات الكواكب وتعديلها وتوفي
في مدينة « بلنسية » سنة ٤٤٨ هـ - ١٠٥٦ م .

— القويدس هو « أبو اسحاق ابراهيم بن لب بن ادريس
النجيبي » ، المعروف « بالقويدس » من أهل « قلعة
أيوب » وخرج منها واستوطن طليطلة وتأدب فيها وبرع
في الهندسة والعدد والفرائض وهيئة الأفلاك وحركة
النجوم وتوفي سنة ٤٥٤ هـ - ١٠٦٢ م .

— ابن الحلاب هو « أبو الحسن بن عبد الرحمن »
المعروف « بابن الحلاب » أحد المتحققين بالهندسة
والأفلاك وحركات النجوم .

— الواسطي هو « أبو الأصغ عيسى بن أحمد » أحد
المحسنين بعلم العدد والهندسة والفرائض وله أيضا
آراء سديدة في هيئة الأفلاك وحركات النجوم .

ابن منى النجبي هو « الحسن بن محمد بن الحسين
ابن منى النجبي » من أهل قرطبة كان بصيرا بالهندسة
والنجوم وله مختصر على مذهب « السندهند » .
توفي باليمن سنة ٤٥٦ هـ - ١٠٦٣ م .

— ابن الزرقالة هو « أبو اسحاق ابراهيم بن يحيى
النجبي النقاش » يعرف « بابن الزرقالة » كان وحيد

عصره في علم العدد والرسم وعلل الأزياج واستنبط
آلات لرصد النجوم وكانت آخر أرصاده بقرطبة
في آخر سنة ٤٨٠ هـ - ١٠٨٧ م وتوفي بقرطبة
سنة ٤٩٣ هـ - ١٠٩٩ م .

ويعتبر ابن الصفار من كبار علماء الفلك وله في ذلك تآج
عظيم فقد كان من المغرمين في رصد حركات النجوم والأجرام
السماوية وتظهر ملامح تمكنه في حقل علم الفلك في زيجه
الذي كتبه على طريقة « السندهند » والذي صار من أهم
مصادر المعلومات في علم الفلك للباحثين .

تفنن أبو القاسم بن الصفار في كتابه « طريقة استخدام
الأسطرلاب » حيث رأى أن يدون أفكاره ومرئياته في هذا
المضمار في كتاب سماه « كتاب العمل بالأسطرلاب » وهذا
الكتاب يمتاز عن غيره في حسن العبارة وقرب المأخذ .

أما أخوه محمد فقد أتقن صنع الأسطرلاب وآلات الرصد
الأخرى ونال شهرة عظيمة في الأندلس في صنع الأسطرلاب لم
ينلها أحد قبله من أصحاب المهن في هذا الحقل وسبب ذلك أن
العلامة ابن الصفار كان يشرح لأخيه القواعد الأساسية
ويرسم له الصورة الحقيقية للأسطرلاب الممتاز .

وهذا العمل بحد ذاته يعتبر من الركائز المهمة لأن يكون

محمد بن الصفار من مشاهير صانعي الأسطرلابات ليس فقط في بلاد الأندلس ولكنه أيضا في العالم أجمع آنذاك .

لقد خدم طلاب أبي القاسم بن الصفار الحضارة العربية والإسلامية وعلى رأسهم أبو القاسم مسلمة بن أحمد المجريطي الذي لمع في كل من الكيمياء والفلك والرياضيات . وكذلك العالم محمد بن خيرة العطار الذي تفنن في كل من علم الهندسة والحساب والفرائض والفلك والحساب والهندسة والفرائض والفلك وغيرهم .

تميز العلامة ابن الصفار صاحب الترجمة عن غيره من علماء العرب والمسلمين في اعتناقه مهمة التدريس كعمل أساسي له في الحياة فتفوق على غيره فيها حيث صار من الأساتذة الذين يشار اليهم بالبنان ليس فقط في العالم الإسلامي ولكن في العالم أجمع .



نصير الدين الطوسي :

ولد في بلدة « طوس » سنة ٥٩٧ هـ - ١٢٠١ م وتوفي في سنة ٧٦٢ هـ - ١٢٧٤ م ببغداد وهو أحد الأفذاذ القليلين الذين ظهرُوا في القرن السادس للهجرة وأحد حكماء الإسلام المشار اليهم بالبنان وهو من الذين اشتهروا بلقب علامة . عين

هولاكو خان حفيد جنكيز خان « الطوسي » وزيراً له واستغل الطوسي الأموال التي كانت تحت تصرفه في انشاء مكتبة وبناء مرصد « مراغة » والذي بدأ في تأسيسه عام ٦٥٧ هـ وقد اشتهر هذا المرصد بالآلاته وبمقدرتها في الرصد فمنها « ذات الحلق » وجمع الطوسي لبناء هذا المرصد جماعة من الحكماء أمثال « المؤيد العرضي » من دمشق « والفخر المراغي » كان بالموصل « والفخر الخلاطي » الذي كان « بتقليس » و « نجم الدين الغزويني » و « محيي الدين المغربي » . وكان هذا المرصد بمثابة معهدا للأبحاث لا يوجد ما يضارعه وأصبح مشهوراً شهرة عالمية في أجهزته وأبحاثه .

أما المكتبة التي أنشأها في المرصد فقد كانت عظيمة جداً أكثرها منسوب من بغداد والشام والجزيرة ويقدر ما كان فيها ٤٠٠ ألف مجلد من المخطوطات .

ونصير الدين من الذين كتبوا في المثلثات والفلك والجبر وانشاء الأسطرلابات وكيفية استعمالها .

وفي الفلك فله باع طويل واضافات مهمة فيه وقد تمكن في زيج « الأبلخاني » من ايجاد مبادرة الاعتدالين فكانت ٥١ في السنة وهذا التزيج من المصادر المعتمد عليها في عصر احياء العلوم في أوروبا .

وعلى الرغم من كتاباته المتعددة في الجبر والحساب
والهندسة والمثلثات الكروية إلا أنه كتب كتابا عظيمة في علم
الفلك مثل :

— كتاب ظاهرات الفلك ، وكتاب جرمي الشمس والقمر
وبعدهما لأرسطرخس وهو مكون من سبعة عشر
شكلا .

— « زيغ الشاهي » الذي اختصره « ابن اللبودي »
وسماه « الزاهي » .

— « زيغ الأبلخاني » وقد وضعه بالفارسية ورتبه في
أربع مقالات .

— « زبدة الادراك في هيئة الأفلاك » لخص فيه الكتب
المصنعة فيها وأسسها على قاعدة مقالتين .

كتاب ظاهرات الفلك لأقليدس .

كتاب المطالع لاسقلاوس .

— كتاب التذكرة في علم الهيئة وفي هذا الكتاب أوضح
انطوسي كثيرا من النظريات الفلكية وقد وضعها
بشكل صعب وهذا هو السبب في كثرة الشروح التي
وضعها علماء العرب المسلمين .

واتتقد فيه كتاب المجسطى واقترح نظاما جديدا للكون أبسط من النظام الذى وضعه « بطليموس » وكذلك أدخل فيه أحجام بعض الكواكب وأبعادها .

« ويعترف « سارتون » بأن الانتقاد الذى وضعه نصير الدين « للمجسطى » يدل على عبقريته وطول بآعه فى الفلك ويمكن القول أن انتقاده هذا كان خطوة تمهيدية للإصلاحات التى تقدم بها « كوبرنيكس » .

وللطوسى أيضا :

- كتاب التسهيل فى النجوم .
- كتاب الطلوع والغروب لأوطولوقس .
- كتاب تحرير المجسطى وتحرير المتوسطات .

وعموما فإن للطوسى مؤلفات عديدة فى مختلف فروع العلم مثل : الحكمة والجغرافيا والطبيعات والموسيقى والتقاويم والمنطق والتنجيم والأطلاق وموضوعات أخرى نذكر منها « كتاب تحرير المناط » (أو البصريات) « وكتاب « مباحث انيكاس الشعاعات والانعطافات » وفيه أتى على برهان تساوى زاويتى السقوط والانعكاس رسالة فى ثلاثين فصلا فى معرفة التقويم وله كتب كثيرة أخرى غير التى ذكرت هنا بالعريضة

والفارسية لو جمعت كلها نشيء مكتبة ثقيلة ، ومن هذه الكتب يستدل على أن « الطوسي » كان منصرفا الى العلم . وقال « سارطون » عنه انه من أعظم علماء الاسلام ومن أكبر رياضيه .

وتقديرا « للطوسي » تم اطلاق اسمه على احدى المناطق على الجانب الآخر من سطح القمر .



البديع الأسطرلابي :

هو « أبو القاسم هبة الله بن يوسف الأسطرلابي » المعروف بالبديع نشأ في أصفهان ثم رحل الى بغداد وهناك اشتغل بالفلك منه رزق كثير في عهد الخليفة « المتشدد » ومات فيها أي في بغداد سنة ١١٣٩ - ١١٤٠ م بخلاف انه كان من الحكماء الفضلاء والأدباء النبلاء فكان أيضا متقنا لعلم النجوم والرصد . . فكان وحيد زمانه في عمل الآلات الفلكية متقنا لهذه الصناعة .

وعلى كل حال فمن الثابت أن « الأسطرلابي » كان أعظم معاضره في انشاء الأبسطرلاب وأكثرهم بروزا في صناعة

الآلات الفلكية الأخرى يعترف بذلك « سارطون » و « سوتر »
وغيرهما من باحثي الغرب •

وفي سنة ١١٢٩ - ١١٣٠ م عمل الأسطرلابي جداول فلكية
في قصر السلطان السلجوقي « ييغداد » وضعها في كتاب سماه
« التريج الحمودي » نسبة الى السلطان « محمود أبى القاسم
ابن محمد » •

وللأسطرلابي قصائد شعرية قالها في مناسبات مختلفة
وقد غلبت عليه معلوماته الهندسية والفلكية ومثال ذلك :

قام الى الشمس بآلاته
يتنظر السعد من النجس

فقلت زين الشمس قال الفتى
في الثور قلت الشمس في الثور

وقال :

كن كيف شئت فانتى
قد صنعت قلبا من حديد
وقعدت أنظر الكسوف
وليس ذلك من بعيد

محي الدين المغربي :

هو « محي الدين يحيى بن محمد بن أبي الشكر المغربي » من رياضي وفلكي « الأندلس » من أهل « قرطبة » كان في المشرق امام النصير الطوسي وعمل معه في المراصد بمراغة وتوفي نحو ٦٨٠ هـ - ١٢٨٠ م وقد ترجم بعض الكتب اليونانية القديمة مثل : كتاب هندسة أقليدس - مخروطات أبولونيوس - كرويات ثيودوسيوس - كتاب منالوس في الكرة .

وَألف كتابا على غرار « كتاب شكل القطاع للطوسي » أدخل فيه بعض براهين مبتكرة لبعض النظريات التي تتعلق بالمثلث الكروي القائم الزاوية وله مؤلفات في الفلك منها :

— كتاب النجوم .

— كتاب الأحكام على قرائات الكواكب في البروج الاثني عشر .

— كتاب الجامع الصغير في أحكام النجوم .

— كتاب تسطيح الأسطرلابات .

— كتاب تاج الأزياج وغنية المحتاج .

نال محي الدين المغربي شهرة مرموقة في كتابه تاج

الأزياج وغنية المحتاج السابق ذكره الذى جمع فيه معلوماته
الفلكية والجغرافية ورتبها ترتيبا تاريخيا فريدا لذا صار كتابه
هذا من أهم المصادر للباحثين وطلاب العلم فى علمى الفلك
والجغرافيا عبر العصور .

كان محى الدين المغربى دقيقا فى أعماله ، لذا رأى انه من
الضرورى التحقق من النظريات الفلكية التى ورثها من علماء
اليونان وعلماء الهنود وعلماء العرب والمسلمين فهذا قاده الى
تطوير الأسطرلاب الاسلامى الذى كان من أهم وسائل الرصد
آنذاك فكتب كتابا فى هذا الموضوع سماه كتاب تسطيع
الأسطرلاب السابق ذكره .

ويغد محى الدين المغربى من كبار علماء العرب والمسلمين
فى علم الفلك فمؤلفاته ومقالاته النفيسة تشفع له وتضعه فى
صف الخالدين فى تاريخ العلوم وأهمها : أربع مقالات فى
النجوم ، وعمدة الحساب وغنية الطالب وكتاب المدخل المفيد
فى حكم المواليد ومقدسات تتعلق بحركات الكواكب وغيرها .

لقد عنى محى الدين المغربى مع لفيف من علماء الفلك فى
مرصد مراغة تحت اشراف نصير الدين الطوسى ، فكان
محى الدين المغربى له الريادة على الجميع .

الحسن المراكشي :

هو « على الحسن بن على بن عمر المراكشي » من علماء المغرب الذين ظهروا في مراكش في منتصف القرن الثالث عشر للميلاد واشتهروا في الفلك والرياضيات والجغرافيا وعمل الساعات الشمسية .

له « رسالة تلخيص العمل في رؤية الهلال » وكتاب جامع المبادئ والغايات في علم الميقات ويشتمل على أربعة فنون : الأول في الحساب والثاني في وضع الآلات والثالث في العمل بالآلات والرابع في مطارحات يحصل بها الدراية والقوة على الاستنباط .

ويظهر من كتابه هذا انه يعتمد على مؤلفات « الخوارزمي » و « البتاني » و « الفرغاني » و « أبي الوفاء » و « ابن سينا » و « الزرقاني » و « جابر بن الأفلح » في الفلك والرياضيات . ووضع المراكشي في هذا الكتاب تفصيلات عن أكثر من ٢٤٠ نجما لسنة ٦٢٢ هـ وفيه أيضا حلول لبعض المسائل الفلكية (بطريق الرسم والتخطيط) .

ويقول « سارطون » ان كتاب الجامع من أحسن الكتب وفيه مجموعة نفيسة في المثلثات والساعات الشمسية المتنوعة .

ويقول « منيدىو » أيضا ان كتاب أبو الحسن (المهندس الفلكى) بأوله استعمال الخطوط الدالة على الساعات المتساوية فان اليونان لم يستعملوها قط وقد فصل صناعة الخطوط الدالة على الساعات الزمنية المسماة أيضا بالساعات القديمة والمتفاضلة واليهودية واستعمل خواص القطوع المخروطية في وصف أقواس البروج الفلكية وحسب خطوط المعادلة ومحاور تلك المنحنيات لمعرفة عرض محل الشمس وانحرافها وارتفاع الربع الميقاتى .

درس الحسن المراكشى عن كتب بعض الأجهزة التى لها علاقة فى رصد الكواكب ومن أهمها عمل الساعات الشمسية والأسطرلاب ، كتاب « جامع المبادئ والغايات فى علم الميقات » والجدير بالذكر أن المستشرق « كارادى فو » قام بترجمة الجزء الخاص بالأسطرلاب ونشره وصار متداولاً بالمعمورة .

أولى الحسن المراكشى عناية خاصة لعلم الهندسة ، فقد عرض كيفية استعمال القطوع المخروطية فى وصف أقواس البروج الفلكية ، كما أعطى دراسة متكاملة عن هذا الفن .

ويعتبر كتاب « جامع المبادئ أو الغايات فى علم الميقات » موسوعة فى علمى الفلك والجغرافيا وله أيضا رسالة لتلخيص العمل فى رؤية الهلال .

وخلاصة القول أن للحسن المراكشي باعا طويلا في مجال
رصد الكواكب ويتضح ذلك جليا من المعلومات المفصلة التي
أوردها عن ٢٤٠ نجم في كتابه « جامع المبادئ والغايات في علم
الميقات » .



قطب الدين الشيرازي :

هو « قطب الدين محمود بن مسعود بن مصلح الشيرازي »
ولد في شيراز سنة ٦٣٤ هـ - ١٢٣٦ م ونشأ ودرس فيها وساح
كثيرا فذهب الى « خراسان » و « العراق » و « فارس »
وأكثر بلاد آسيا الصغرى .

وعين قاضيا في إحدى مدن « فارس » ثم دخل في خدمة
ملوكها وقد أرسله أحدهم في بعثة الى المنصور « سيف الدين
قلاوون » لعقد معاهدة سلام بين الطرفين وقد مكث بعض
الوقت في مصر ورجع أخيرا الى « تبريز » حيث كانت وفاته
فيها سنة ٧١٠ هـ - ١٣١١ م .

له مؤلفات عديدة وضع أكثرها باللغة العربية ولعل
أهمها كتابه « نهاية الادراك في دراية الأفلاك » رتبته على أربع
مقالات الأولى : في المقدمة والثانية : في هيئة الأجرام .
والثالثة : في هيئة الأرض والرابعة : في مقادير الأجرام وعلى

الرغم من اعتماد قطب الدين^١ في مقالاته على بحوث ومؤلفات كل من « البيروني » و « الطوسي » و « ابن الهيثم » و « الخرقى » الى أن الكتاب يحتوى على موضوعات جديدة فى الفلك والأرض والبحار والفصول والظواهر الجوية والميكانيكا والبصريات وقد شرح فى كتابه هذا ظاهرة قوس قزح شرحا وافيا هو الأول من نوعه فبين ان ظاهرة القوس هذه تحدث من وقوع أشعة الشمس على قطرات الماء الصغيرة الموجودة فى الجو عند سقوط الأمطار. وحينئذ تعانى الأشعة انعكاسا داخليا ، وبعد ذلك تخرج الأشعة الى عين الرائي .

ويقول « سارطون » أن « قطب الدين » كان عاملا أساسيا فى تعريف الناس ببصريات « ابن الهيثم » وذلك لأن « كمال الدين الفارسى » من تلاميذ « قطب الدين » قد عمل شرحا لكتاب « المناظر لابن الهيثم » أسماه « تنقيح المناظر » وفيه أدخل بحوث أستاذه « قطب الدين » فى تعليل ظاهرة قوس قزح « ولقطب الدين » مؤلفات أخرى فى علم الفلك نذكر منها على سبيل المثال :

- كتاب التحفة الشاهية فى الهيئة .
- كتاب التبصرة فى الهيئة .
- كتاب شرح التذكرة النصيرية فى الهيئة .



أبو الفدا :

هو اسماعيل أبو الفدا (١٢٧٣ - ١٣١٣ م) الأسير السوري المولود بمدينة دمشق من نسب يتصل بوالد صلاح الدين أحد عباقرة الجغرافيين العرب في مدرسة المأمون العلمية بمدينة بغداد كتب موسوعة في الجغرافيا جمع فيها أعمال من سبقوه كما ضمنها طرقا جديدة لتعيين خطوط عرض وطول الأماكن كان مؤرخا وفلكيا ولما له من أفضال على تقدم العلوم الفلكية تم اطلاق اسمه على إحدى مناطق السطح غير المرئي من القمر .



ابن البناء المراكشي :

هو « أبو العباس أحمد بن محمد بن عثمان الأزدي » وكنى « بابن البناء » لأن أبوه كان « بناء » كما اشتهر بلقب المراكشي لأنه ولد في مراكش سنة ٦٥٤ هـ - ١٢٥٦ م ودرس فيها العلوم الرياضية وقد نبغ على يديه علماء كثيرون ، لمعوا في ميادين العلوم وكان أحدهم أستاذ للمؤرخ الشهير « ابن خلدون » وتوفي فيها سنة ٧٢١ هـ - ١٣٢١ م .

نبغ في الرياضيات والفلك وله فيها مؤلفات قيمة ورسائل

نقيسة تجعله في عداد الخالدين المقدمين في تاريخ تقدم العلم •

ونذكر هنا بعض من مؤلفاته في علم الفلك حيث له فيه مؤلفات وأزياج عديدة منها •

— كتاب اليسارة في تقويم الكواكب السيارة •

— كتاب تحديد القبلة •

— كتاب القانون لترحيل الشمس والقمر في المنازل ومعرفة أوقات الليل والنهار •

— كتاب الأسطرلاب واستعماله •

ويقول « ابن خلدون » أن « ابن البناء » اعتمد في هذا الكتاب على أزياج « ابن اسحاق » وأرصاد لفلكى كان يسكن صقلية وقد وفق ابن البناء فيه إذ استطاع وضع بحوثه في قالب حبيب اليه الناس في المغرب ورغبهم فيه وجعلهم يتهافتون عليه ويسيرون بموجبه في بحوثهم الفلكية وعمل الأزياج • وله أيضا في هذا المجال :

— كتاب مدخل النجوم وطبائع الحروف •

— كتاب أحكام النجوم •

— كتاب المناخ ويقول « قدرى حافظ طوفان » أن كلمة

مأخوذة من كلمة المنهاج وهو عنوان لرسالة ألفها
« ابن البناء » في الجداول الفلكية وكيفية عملها .

اللجائي الفاسي :

هو « أبو زيد عبد الرحمن بن أبي الربيع اللجائي الفاسي »
وتوفي سنة ٧٧٣ هـ - ١٣٧١ م اشتغل بالفلك والرياضيات
والهندسة والحساب أخذ عن « ابن البناء المراكشي » .

كان اللجائي آية في فنونه ومن بعض أعماله أنه اخترع
أسطرلابا ملصوقا في جدار والماء يدير شبكته على الصحيفة
قباني الناظر فينظر الى ارتفاع الشمس كم وكم مضى من النهار
وكذلك ينظر ارتفاع الكواكب بالليل .

ابن المجدى :

هو « أبو العباس شهاب الدين أحمد بن رجب بن طيغا
المجدى » المعروف بابن المجدى نسبة لجده .

ولد في القاهرة سنة ٧٦٧ هـ - ١٣٦٦ م ونشأ بها وتوفي
فيها سنة ٨٥٠ هـ - ١٤٤٧ م ، أخذ الميقات ومتعلقاته عن الجمال

المساردانى وأشير الى ابن المجدى بالتقدم قديما وصار رأس
الناس فى أنواع الحساب والهندسة والفلك وعلم الوقت
بلا منازع •

له مؤلفات عديدة فى الفلك والتقويم منها •

— « ارشاد الحائر فى العمل بربع الدائر » فى علم
الفلك •

— رسالة فى العمل بالربع المرسوم بالمقنطرات •

— « الدار اليتيم فى صناعة التقويم » وهو نفيس
فى بابه •

— كشف الحقائق فى حساب الدرج والدقائق •

— المنهل العذب الزلال فى معرفة حساب الهلال •

— خلاصة الأقوال فى معرفة الوقت ورؤية الهلال •

وبعض مؤلفاته موجودة فى مكتبات « لندن »

و « أكسفورد » وبعضها فى دار الكتب المصرية بالقاهرة •

فأبو العباس شهاب الدين المجدى عالم بالفلك والرياضيات
والفرائض وترعرع وتعلم فى مصر ونال شهرة مرموقة بذكائه
المفرط ونظرياته فى علم الفلك التى بقيت تتناقلها الأجيال ونال
أيضا شهرة نادرة فى عمل الجداول الرياضية التى تستند على

الرصد الدقيق قام بها في بلاده مصر ، فمن نتاجه في هذا العلم
كشف الحقائق في حساب الدرج والدقائق والمنهل العذب
الزلال في معرفة حساب الهلال .

وعرف شهاب الدين المجدي بنتاجه المثمر في العلوم
التطبيقية والحساب والهندسة والفرائض وعلم الهيئة وله صولة
وجولة في علم الميقات .

ورسالة العمل بالربع المرسوم بالمقنطرات تحتوى على عشرة
فصول منها الفصل الأول معرفة أخذ الارتفاع والفصل الثانى
في معرفة موضع الشمس والفصل الثالث في معرفة الميل وعرض
البلد . . والفصل الثامن في معرفة سمت القبلة والفصل التاسع
في معرفة المطالع الفلكية ومطالع الوقت ويتضمن أسماء
البروج والفصل العاشر في معرفة العمل بالكواكب .



أولغ بك :

هو « أولغ بك بن شاه روخ بن تيمور » نشأ في القرن
الخامس عشر للميلاد ولد في « سلطانية » عام (٧٩٦ هـ -
١٣٩٣ م) . وتوفي في عام ٨٥٣ هـ .

أنشأ « أولغ بك » بسمرقند مدرسة عالية فيها حمام
مزخرف بالنسيفساء البديعة وعهد في ادارتها الى « قاضى زاده

رومى « وبنى مرصدا زوده بجميع الآلات المعروفة في زمانه
وقد زين إحدى دوائره بنقوش تمثل الأجرام السماوية
المتعدد ، جاءت غاية في الاتقان والابداع . فأمه الناس من
مختلف الجهات للتفرج عليه وكان في نظرهم إحدى عجائب
الدنيا وامتاز هذا المرصد بآلاته الكبيرة . وهى من الدقة على
جانب عظيم وفيها ربع الدائرة التى استعملت لتحديد قطب
ارتفاع النقطة الموجود عليها المرصد .

واستطاع « أولغ بك » فى أثناء عمله مع كبار الفلكيين -
استنباط آلات جديدة قوية تعينهم فى بحوثهم المشتركة .

وقد بدىء فى الأرصاد عام ٨٢٧ هـ وفرغ منها عام ٨٣٩ هـ
واستخدم هذه الأرصاد فى عمل « زيجة السلطانى » الجديد
وهو الذى بقى معمولاً به ومعترفا بقيمته بين الفلكيين فى الشرق
والغرب عدة قرون .

ويحتوى الزيج السلطانى على أربع مقالات :

الأولى - فى حساب التوقيعات على اختلافها والتواريخ
الزمنية وهى مقدمة وخمسة أبواب وقد أبان فى المقدمة ،
الباعث على وضع الزيج ، كما أشاد بفضل الذين عاونوه .

الثانية - فى معرفة الأوقات والمطالع فى كل وقت وهى
اثنا عشر بابا .

الثالثة - في معرفة سير الكواكب ومواضعها وهي ثلاثة عشر بابا .

الرابعة - في مواقع النجوم الثابتة .

ويعتبر هذا الزيج من أحسن الأزياج وأرقاها .

ويقول « سيديو » عن أعمال « أولنج بك » الفلكية :
كانت ضرورية للأعمال الفلكية الماثورة عن العرب .

ولم يقتصر اهتمام « أولنج بك » على الفلك والرصد والرياضيات بل تبين لنا من سيرته ، انه كان فقيها انكب على دراسة القرآن الكريم وحفظه وجوده بالقراءات السبع .

تميز زيج أولنج بك على غيره من الزيجات لانه أقربها الى الصحة فالجداول الرياضية التي ضمنها أولنج بك زيجه تعتبر بحق دقيقة للغاية حيث بقى زيجه مرجعا هاما ومعولا به الى وقت قريب جدا .

يكفى الأمة العربية والاسلامية فخرا واعتزازا أن سلطانا كأولنج بك كان من قادة الفكر في علم الفلك ، فلم تؤثر عليه مكاتته والتزماته الاجتماعية ، بل على العكس كان يعمل ليلا ونهارا مع أستاذه قاضى زاده لاكمال زيجه المعروف أخيرا بزيج أولنج بك .



غياث الدين الكاشي :

هو « غياث الدين جمشيد بن مسعود بن محمود الكاشي » ولد « الكاشي » في القرن الخامس عشر في مدينة « كاشان » وكان يقيم فيها مدة ثم ينتقل إلى محل آخر ولقد توجه إلى « سمرقند » بدعوة من « أولغ بك » وفيها أرى « سمرقند » - ألف أكثر مؤلفاته التي كانت شبيها في تعريف الناس به .

« والكاشي » من الذين لهم فضل كبير في مساعدة « أولغ بك » في إثارة همته للعناية بالرياضيات والفلك .

اشتهر الكاشي في الفلك وقد رصد الكسوفات التي حصلت سنة ٨٠٩ هـ و ٨١٠ هـ و ٨١١ هـ . وله في ذلك مؤلفات بعضها باللغة الفارسية ، منها :

- كتاب زيغ الخاقاني في تكميل الأبلخاني - وكان القصد من وضعه تصحيح « زيغ الأبلخاني للطوسي » وفي هذا الزيغ - الخاقاني - دقق في جداول النجوم التي وضعها الراصدون في مراغة وتحت إشراف « الطوسي » .

ولم يقف « غياث الدين » عند حد التدقيق بل زاد على ذلك من البراهين الرياضية والأدلة الفلكية مما لا نجده في الأزياج التي عملت قبله وقد أهدها إلى « أولغ بك » .

ومن مؤلفاته التي وضعها باللغة العربية في علم الفلك
نذكر منها :

— « كتاب نزهة الحقائق » وهذا الكتاب يبحث في
استعمال الآلة المسماة « طبق المناطق » وقد صنعها
لمرصد « سمرقند » ويقال انه بواسطة هذه الآلة
يمكن الحصول على تقويم الكواكب وعرضها وكذلك
يعدها مع الخسوف والكسوف وما يتعلق بهما .

— « رسالة السماء » وهذه الرسالة تبحث في بعض
المسائل المختلف عليها فيما يتعلق بأبعاد الأجرام .
« وللكاشي » كذلك « زيغ التسهيلات » .



بهاء الدين العاملي :

هو « بهاء الدين محمد بن حسين بن عبد الصمد الحارثي
العاملي » ولد سنة ٩٥٣ هـ - ١٥٤٧ م أخذ العلم عن كبار
علماء زمانه في بلاد العجم وتوفي رحمه الله في أصفهان سنة
١٠٣١ هـ - ١٦٢٢ م ودفن في « طوس » ولعل أكثر ما امتاز
به « العاملي » رغبته الشديدة في السياحة وزيارة الأقطار
المختلفة وقد بقي في سياحاته ثلاثين سنة زار خلالها « مصر »

و « الجزيرة العربية » و « سوريا » و « الحجاز » حيث أدى
فريضة الحج وبعد ذلك عاد الى أصفهان .

واشتهر بما تركه من الآثار في علم الفلك وبقيت مؤلفاته
زمنًا طويلاً يستقى منها طلاب المدارس والجامعات ومن أشهر
مؤلفاته :

- رسالة الهلالية .
- كتاب تشرح الأفلاك .
- الرسالة الأسطرلايية .

الرودانسي :

هو العلامة الفيلسوف « شمس الدين أبو عبد الله
محمد بن محمد بن سليمان الفاسي الروداني » الفلكي البارِع
ولد ببلدة « نارودانت » عام ١٠٣٧ هـ — ١٦٢٧ م ونشأ فيها .

وحينما بلغ سن الرشد خرج الى درعه وقرأ العلم فيها
ثم رحل الى « سجلمة » و « مراکش » فأتقن طرفاً من علم
الحكمة والهيئة والمنطق وسار الى الجزائر وحج وجاور
« بالمدينة » وأخذ من علماء « مصر » و « الشام » وتوفي
بالشام عام ١٠٩٤ هـ — ١٦٨٣ م .

كان ماهرا في كثير من الحرف والصنائع وابتدع آلة نافعة في علم التوقيت لم يسبقه أحد اليها وهي كرة مستديرة الشكل مصقولة مدهونة بالبياض المموه بدهن الكتان ، يحسبها الناظر بيضة من عسجد لاشراقها مسطرة كلها دوائر ورسوما ، وقد ركبت عليها كرة أخرى منقسمة نصفين فيها تخاريم وتجاويف لدوائر البروج وغيرها مستديرة كالتى نحتها مصقولة مصبوغة بلون أخضر فيكون لها ولما يبدو من التى تحتها منظر رائع •

وهي تغنى عن كل آلة في فن التوقيت والهيئة مع سهولتها لكون الأشياء فيها محسوسة ، والدوائر المتوهمة مشاهدة وتصلح لسائر البلاد على اختلاف عروضها وأطوالها ، وقد وضع رسالة تبين كيفية صنعها واستعمالها • وللرودانى مؤلفات قيمة في علم الفلك أهمها :

— « بهجة الطلاب في الأسطرلاب » •

— « تحفة أولى الألباب في العمل بالأسطرلاب » •

اعتنى أبو عبد الله الرودانى برصد الكواكب ، مما دفع به لمزاولة مهنة صنع آلات الرصد والتوقيت ، كذلك صنف مؤلفات في صنع الأسطرلاب سماه « بهج الطلاب في الأسطرلاب » •

كما كتب الورداني في كتاب « تحفة أولي الألباب في العمل بالأسطرلاب » الذي بقي زمنا طويلا يستعمل لقياس مواضع الكواكب وتحديد سيرها وكذلك لمراقبة حالة الجو وشئون الملاحة وقد جمع في هذا الكتاب آراء العلماء الأوائل في حقل علم الفلك . حيث صار من أهم المراجع للباحثين ليس فقط لمن يريد أن يعرف كيف يستخدم الأسطرلاب ولكن أيضا لمن يريد أن يطلع على طريقة صناعة الأسطرلاب .

ويعتبر الورداني المكي عالم فلكي من الطراز الأول وصاحب صناعة يدوية ، فعندما اتجه الى البحث والتنقيب والاستقصاء في علم الفلك ، رأى أن يكون صانعا ، ماهرا لأجهزة الرصد ، حيث أن آلات الرصد مثل الأسطرلاب تحتاج دائما الى تحسين .



الخوارزمي :

أبدع الخوارزمي في الفلك وأتى على بحوث مبتكرة فيه . وفي المثلثات . فقد اصطنع زيجان أي جداول فلكية - سماه « السندهند » الصغير . جمع فيه بين مذاهب الهند والفرس ، وجعل أساسه على السندهند في التعديل الميل ، فجعل تعاديله على مذاهب الفرس وجعل ميل الشمس فيه على مذهب « بطليموس » .

وليس المهم انه أبدع في الفلك وتوفق في الأزياج ، بل
المهم أن زيجه هذا كان له الأثر الكبير في الأزياج الأخرى التي
عملها العرب فيما بعد اذ استعانوا به واعتمدوا عليه وأخذوا
منه ومازال نافعا عند أهل العناية بالتعديل الى زماننا هذا .

وله مؤلفات أخرى منها :

- كتاب « زيغ الخوارزمي » .
- كتاب « تقويم البلدان » شرح فيه آراء بطليموس .
- كتاب « جمع بين الحساب والهندسة والموسيقى
والفلك » ويقول عنه « سارطون » : انه كتاب يشتمل
على خلاصة دراساته لا على ابتكاراته وعلى كل حال
« فالخوارزمي » من أكبر علماء العرب ويعتبر من
العلماء العالمين الذين تركوا مآثر جليلة في العلوم
الرياضية والفلكية .



المروزي :

ظهر في عصر المأمون ويقول ابن النديم انه جاوز سن
المائة ، وقضى معظم أوقاته في المطالعة والبحث في كتب
الأقدمين في مختلف الفروع وهو من الذين كتبوا كثيرا في
الفلك وآلات الرصد . وله عدة مؤلفات في الفلك منها :

— ثلاثة أزياج أولها المؤلف على مذهب « السندهند »
خالف فيه « الفزارى » و « الخوارزمى » فى عامة
الأعمال واستعماله لحركة اقبال البروج وادباره على
رأى « تاون الاسكندرانى » واتضح له بها مواضع
الكواكب فى الطول .

— وثانيها — « الزيج الممتحن » وهو أشهر ما ألفه بعد
أن رجع الى معاناة الرصد ، وضمنه حركات الكواكب
على ما يوجبه الامتحان فى زمانه .

— وثالثهما — « الزيج الصغير » المعروف بالشاه وله
أيضا بعض المؤلفات فى الفلك .



العباسى :

هو العباسى بن سعيد الجوهري ظهر حوالى ٨٣٠ م وكان
من أوائل الذين رصدوا فى الإسلام ، وكان خيرا بصناعة
التسيير وحساب الفلك ومن الذين نديهم « المأمون » للرصد
بمرصد الشماسية فى « بغداد » وكذلك أجرى بعض الأرصاد
فى دمشق .

ألف في مواضع بعض الكواكب السيارة وكذلك التبرين
زيجا مشهورا •



الكوهى :

هو « أبو سهل ويحين بن رستم الكوهى » كان
« الكوهى » فاضلا كاملا عالما بالهيئة اشتهر بصناعة الآلات
الرصدية وأجراء الأرصاد الدقيقة •

وقد عهد اليه « شرف الدولة » بالرصد فى المرصد الذى
بناه فى بستان داره مجهزا بمختلف الآلات وقد رصد الكوهى
الكواكب السبعة فى مسيرها وتنقلها فى بروجها •

وللكوهى مؤلفات قيمة فى علم الفلك منها :

— كتاب مراكز الأكر •

— كتاب صنعة الأسطرلاب •

ومن الطريف ما يروى عن الكوهى أنه كان يكتب محضرا
فى أعمال الرصد التى أجراها فى المرصد المذكور بحضور
علماء الدولة وحكمائها وقضاة الذين كانوا يشهدون الرصد
ويوقعون محضره • وكان يذكر تاريخ كتابة المحضر بالتقاويم
المختلفة فمثلا فى أحد محاضره يقول يوم السبت ٢ من صفر

سنة ٨٣٧ هـ وهو اليوم السادس عشر من حزيران سنة ١٢٩٩ م
للاسكندر و « روزايران » من « ماه خرداد » سنة ٣٥٧ هـ
ليزدجرد ويذكر في المحضر أيضا ما توصل اليه من نتائج
فيقول : ان الأرصاد أدت الى أن يكون بعد سمت الرأس من
مدار رأس السرطان ٥٠ دقيقة و ٧ درجة وأن يكون الميل الأعظم
الذى هو غاية بعد منطقة فلك البروج عن دائرة معدل النهار
ثلاثة وعشرين درجة واحدى وخمسين دقيقة وثانية وأن يكون
عرض الموضع الذى وقع الرصد فيه كذا وكذا . . . وذلك هو
ارتفاع قطب معدل النهار عن أفق هذا الموضع .

تفوق الكوهى فى صناعة معظم الآلات الرصدية التى
استعملها فى مرصده فى بغداد ويتضح ذلك فى كتابه « صنعة
الأسطرلاب بالبراهين » لذا فقد كان الكوهى من العلماء
البارزين فى علم الفلك فى الحضارة العربية الاسلامية .

حقق الكوهى نتاجا عظيما فى علم الفلك لم يتسن لأحد
تحقيقه من قبل وذلك لأنه عاش فى حقبة من الزمن سادها الرخاء
الاقتصادى وشبه الاستقرار السياسى وكثرت فيها المكتبات
والمجاميع العلمية ، لذا نجد أن الكوهى أمضى جل وقته
فى الرصد الذى حصل منه على نتائج دقيقة للغاية صارت معمولا
بها عبر التاريخ .

لقد برز الكوهي ليس فقط في علم الفلك ولكن كذلك في علم الرياضيات وغيرها من العلوم الأخرى ، وكانت هذه الظاهرة بارزة في جميع علماء العرب والمسلمين آنذاك فالكوهي كان من المتخصصين في علم الفلك وفي نفس الوقت كان له المام جيد بالعلوم الأخرى يصل به الى درجة الاختصاص كذلك .



الصاغاتى :

هو أبو حامد أحمد بن محمد الصاغاتى . اشتهر الصاغاتى في صناعة الأسطرلاب والآلات الرصدية واثقانها كما اشتهر في الهندسة والفلك ، وهو من الذين عهد اليهم في الرصد بمرصد « شرف الدولة بن عضد الدولة » وتوفى في بغداد حوالى سنة ٩٨٩ م .



المجريطى :

هو « أبو القاسم مسلمة بن أحمد المرجيطا المعروف بالمجريطى » ولد في « مدريد » بالأندلس وكان ذلك في منتصف القرن العاشر للميلاد وتوفى في أوائل القرن الحادى عشر .

كان على دراية قيمة بعلم الأفلاك وكانت له عناية لأرصاد الكواكب وشغف بفهم كتاب بطليموس المعروف بالمجسطى •

يقول « سميث » أنه ألف في الهندسة وأجاد في الفلك وعنى « بزيج الخوارزمي » وصرف تاريخه الفارسي الى العربي • ووضع أوساط الكواكب لأول تاريخ الهجرة وزاد فيه جداول حسنة •

وله رسالة في « الأسطرلاب » وكتاب « في غاية الحكيم » فيه بحوثا مقتضية في علم الفلك وله أيضا كتاب اختصر فيه تعديل الكواكب من « زيج البتاني » •

حقق المجريطي الجداول الفلكية لمحمد بن موسى الخوارزمي وحرر زيج الخوارزمي وغير تاريخه الفارسي الى التاريخ الهجري ، كما اختصر المجريطي جداول البتاني الفلكية ونقلها الى الأندلس ، حيث بقيت من أهم مصادر المعرفة هناك •

ويعتبر أبا القاسم المجريطي من ألمع علماء الأندلس في الفلك والرياضيات ولقب بامام الرياضيين في الأندلس لأنه هو أول من بدأ النهضة الرياضية والفلكية في المغرب العربي الاسلامي •

أدخل المجريطي بعض التعديلات الجوهرية على الخريطة

الفلكية لبطليموس اليوناني ، ونجح في تطور علم الفلك
والكيمياء نجاحا باهرا ، مما دفع علماء الغرب الى ترجمة
معظم مؤلفاته .



ابن الشاطر :

هو أبو الحسن علاء الدين علي ابراهيم بن محمد
الأنصاري المعروف بابن الشاطر لقبه علماء عصره بالعلامة .

عاش بين سنتي ٧٠٤ ، ٧٧٧ هـ (١٣٠٤ ، ١٣٧٥ ميلادية)
وهو من مواليد دمشق وقضى معظم حياته في وظيفة التوقيت
ورئاسة المؤذنين في المسجد الأموي بدمشق . درس في القاهرة
والاستكندرية على الفلك والرياضيات ، ولكنه فرغ نفسه
لعلم الفلك فأبدع فيه حيث أن له ابتكارات في صناعة الأسطرلاب
وتصحيح المزولة الشمسية وألف زيجا قدم فيه نماذج فلكية
قائمة على التجارب والمشاهدة والاستنتاج ولكن كوبرنيك ادعى
هذه النماذج لنفسه ! يقول الدكتور ديفيد كنج في مقال نشر
في قاموس الشخصيات العلمية : أنه ثبت في سنة ١٩٥٠ ميلادية
أن كثيرا من النظريات الفلكية المنسوبة لكوبرنيك قد أخذها
هذا الأخير من العالم المسلم ابن الشاطر ، وفي سنة ١٩٧٣ ميلادية

عشر على مخطوطات عربية في بولندا منقط رأس كوبرنيك
كان ينقل منها ويتمثل ذلك لنفسه •

وقد صنع ابن الشاطر آلة لضبط وقت الصلاة سماها
البسيط • كما أنه قاس زاوية انحراف دائرة البروج فاتهى الى
نتيجة عالية الدقة أكثر من القيمة التى حصل عليها البتاني فهى
تختلف عن القيمة المضبوطة التى نعرفها اليوم فقط بمقدار
١٩ر٨ ثانية • وقد فهم الحركة داخل المجموعة الشمسية بصورة
صحيحة حيث يقول فى أحد نصوصه « لذا الأرض والكواكب
المتحيرة تدور حول الشمس بانتظام والقمر يدور حول
الأرض » •

وهذا الاكتشاف نسب الى كوبرنيك والذي جاء بعد ابن
الشاطر بعدة قرون • ثم جاء جاليليو الذى تشبع بفكرة ابن
الشاطر فابتكر أول تلسكوب وأخذ يراقب حركة النجوم • ولاين
الشاطر مؤلفات كثيرة تزيد عن الثلاثين كتابا مازال بعضها
مفقودا ومن مؤلفاته :

- ١ - زيج نهاية الغايات فى الأعمال الفلكيات •
- ٢ - رسالة فى تعليق الأرصاد •
- ٣ - رسالة عن صنع الاسطرلاب •
- ٤ - الزيج الجديد •

سبط المارديني :

هو محمد بن محمد بن أحمد الغزال الدمشقي ، المكنى
ببدر الدين ويعرف بأسم السبط المارديني ، دمشقي الأصل ،
نزع والده من دمشق الى القاهرة . ولد في القاهرة عام ٨٢٦ هـ
وتوفي بها سنة ٩٠٧ هـ .

يعتبر سبط من كبار علماء العرب والمسلمين في علمي الفلك
والرياضيات وألف في كثير من فروع المعرفة مثل الفلك والميقات
والفرائض والفقه والجبر والمقابلة والهندسة وغيرها .

قضى سبط معظم حياته في وظيفة التوقيت ورئاسة
المؤذنين بجامع الأزهر الذي كان مدرسة لطلاب العلم آنذاك .

عمل سبط كتابا في الميقات وسماه « جداول رسم المنحرفات
على المحيطان » وكان هذا الكتاب يحتوي على معلومات في غاية
الدقة عن أوقات الصلوات الخمس والأعياد .

تفنن سبط في علم الفلك وقد صنف في هذا الميدان
مصنفات كثيرة منها حاوي المختصرات في العمل بربع المقنطرات ،
ودقائق الحقائق في حساب الدرج والدقائق ، والدر المنثور في
العمل بربع الدستور والرسالة الفتحة في الأعمال الجديية ،

وكيفية القنوع في العمل بالمربع المقطوع ورسالة العمل بالربع
المغيب وغيرها •

وكتاب « كفاية القنوع في العمل بالمربع المقطوع » يحتوى
على خمسة عشر باباً منها كما يقول عبد الله الدقاع : الباب
الأول في معرفة أخذ الارتجاع والباب الثانى في معرفة درج
الشمس والباب الثالث في معرفة الميل والغاية والباب الثامن في
معرفة الظل والباب الثانى عشر في معرفة استخراج القبلة
والجهات الأربع والباب الثالث عشر في معرفة المطالع الفلكية
والباب الرابع عشر في معرفة العمل بالكواكب والباب الخامس
عشر في معرفة الماضى والباقى من الليل من جهة الكواكب
المعلومة المطالع •

تمكن سبط من دراسة الهندسة لصلتها القوية بعلم الفلك
وله في ذلك اسهامات منها « لقط الجواهر في تحديد الخطوط
والدوائر ، وهدية السائل الى الربع للكمال » •

شرح سبط المردينى على مؤلفات علماء العرب والمسلمين
في مجال علمى الفلك والرياضيات مما يدل على مكانته ليس
فقط العلمية ولكن التربوية أيضا •



صلاح الدين قاضي زاده :

هو موسى بن محمد بن القاضي محمود الرومي ، المعزوف
باسم صلاح الدين قاضي زاده يعتقد بعض مؤرخي العلوم أن
قاضي زاده من أصل اغريقى وهذا سبب تسميته بالرومي .

ولد في النصف الأخير من القرن الثامن الهجرى في بروسة
(بتركيا) وتوفي سنة ٨٤٠ هـ (١٤٣٦ ميلادية) ، تعلم في
خراسان واشتهر في الرياضيات والفلك . اشتهر باحترامه
للأساتذة وطلاب العلم وحفاظه على كرامتهم فيما روى عنه :
أن أولغ بك قد عزل أحد المدرسين في مدرسته فاحتج قاضي زاده
على ذلك واتقطع عن التدريس والقاء المحاضرات فذهب اليه
أولغ بك وسأله عن سبب انقطاعه فأجابه : كنا نظن أن مناصب
التدريس من المناصب التي تحيطها هالة من التقديس لا يصيبها
العزل وأنها فوق متناول الأشخاص ولولا أن رأينا أن المدرسين
تحت رحمة أصحاب السلطة وأولى الأمر فوجدنا أن الكرامة
تقضى علينا بالانقطاع احتجاجا على انتهاك جرمات العلم والعبث
بقداسته ، فلم يسع أولغ بك إلا الاعتذار واعادة المدرس
المعزول ، وكان قاضي زاده مديرا للجامعة العلمية ومديرا
للمرصد في سمرقند وقد تعلم أولغ بك على يديه وعملا معا في

الأرضاء الفلكية حيث ألفوا زيجا عرف بزيج أولغ بك ، كما
عكف على التأليف في حقل الرياضيات والفلك بحيث كانت
مصنفاته كثيرة . وقد خالف المنجمين مما جعلهم يتجراؤن عليه
وقتلوه ولكنهم بالطبع لم يقضوا على علمه الذي انتشر وبقى
ليكون زادا للإنسانية من بعده .

الباب الرابع

المراسد والازياج والآلات العربية

المراسد والازياج والآلات العربية

أن العرب أتقنوا صناعة الآلات الفلكية المستخدمة في الأرصاد . أما الأجهزة التي لم يخترعوها فقاموا بتجسيئها وأدخلوا عليها بعض الإضافات التي تزيد من دقة الأرصاد .

وهذا كان شأن العلماء العرب في زمن كانت فيه أجهزة الرصد بسيطة وبدائية والعلم قليل والمعرفة محدودة ولكنهم بفضل الله تعالى نبغوا وتركوا وراءهم آثارا تفخر بها الآن لأننا لم نثر مثلما أثمروا .

نسأل الله تعالى أن يعيد للإسلام عزه ومجده ويهدي علماءه ويصيرهم بالحق والأخذ بالعلم والمعرفة ويبعد عنهم الخمول والكسل .

أولا - المراسد :

لاشك أن العرب لم يصلوا بعلم الفلك الى ما وصلوا اليه الا بفضل المراسد وقد كانت هذه المراسد نادرة جدا قبل النهضة العلمية العباسية ، وقد يكون اليونان أول من

رصدوا الكواكب بآلات وقد يكون مرصد « الاسكندرية »
الذي أنشئ في القرن الثالث عشر قبل الميلاد هو أول مرصد
كتب عنه .

وفي هذه المراصد أجرى المسلمون أرصادا كثيرة ووضعوا
الازياج القيمة الدقيقة . واشتهرت أرصاد هذه المراصد بالدقة
لست مبالغا اذا قلنا أن الغرب اعتمد على أرصاد هذه المراصد
في عصر النهضة وما بعده في بحوثهم الفلكية واستخدموه أيضا
في عصر غزو الفضاء .

— المأمون : اكرم المأمون علماء الفلك فشيّد لهم
مرصدا عظيما في أعلى مكان في بغداد عند شمسية حيث كانت
ترصد الكواكب وتراقب حركاتها مراقبة علمية دقيقة ووضع
المأمون هذا المرصد تحت رئاسة واشراف « يحيى » وكانت
تستخدم فيه مقاييس في غاية الدقة تقابلها أخرى مثلها في مرصد
« جند يسابور » وامعانا في الدقة كانت تراجع العمليات
الحسابية كل ثلاثة أعوام في مرصد جبل « قيسون » بالغرب من
دمشق حيث كان يعمل فلكيوه معا في وضع الجداول المسماه
جداول المراجعة أو الجداول الميمونة وهذه في الواقع عبارة عن
مراجعة جديدة دقيقة لجداول بطليموس الفلكية .

— وبني « بنو موسى » أيضا مرصدا في « بغداد » على

طرف الجسر وفيه استخرجوا حساب العرض الأكبر من عروض
القمر .

— وبنى « شرف الدولة » أيضا مرصدا في بستان دار
المملكة ويقال أن « الكوهي » رصد فيه الكواكب السبعة .

— أنشأ « الفاطميون » : على جبل المقطم مرصدا عرف
باسم « المرصد الحاكمي » .

— أنشأ « بنو الأعلم » مرصدا عرف باسمهم ولعل
مرصد « المراغة » الذي بناه « نصر الدين الطوسي » من أشهر
المراصد وأكبرها وقد اشتهر بآلاته الدقيقة وتقوم المشتغلين
فيه وقد قال الطوسي عنهم في « الزيج الإيلخاني » . . . اني
جمعت بيناء المراصد جماعة من الحكماء منهم « المؤيد العرضي »
من دمشق و « الفخر الرازي » الذي كان بالموصل و « الفخر
الخلاطي الذي كان بتفليس » و « نجم الدين بن ديران
القزويني » وقد ابتداء في بنائه سنة ٦٥٧ هـ « بمراغة » .

وهناك عدا هذه المراصد : مراصد أخرى في مختلف
الأنحاء كمرصد « ابن الشاطر » بالشام ، ومرصد « الدينوري »
بأصبهان ومرصد « النجيب » بسمرقند ومرصد « البتاني »
ومراصد غيرها خاصة وعمومية في « مصر » و « الأندلس »
و « أصبهان » .



ثانيا - الأزياج الفلكية :

لقد صنع الفلكي العربي المشهور « بابن الآدمي » جدولا يعرف باسم « عقد الآلئ » وقد خدم شعبه خدمة جليلة وقد ذكر أنه في عام ١٥٦ هـ حضر إلى الخليفة المنصور (٧٥٤ - ٧٧٥ م) رجل من الهند متضلع في نوع الحساب الذي كان سائدا في الهند وقتذاك ويعرف باسم « سندهند » وهو يتصل بحركات النجوم ومأخوذ عن كتاب « كارداجا » والذي يحمل اسم الملك « فيجار » فأمر الخليفة المنصور بترجمة هذا الكتاب إلى العربية واعتمادا عليه يجب أن يؤلف آخر يعرف العرب « حركات الكواكب » وأسند هذه المهمة إلى العالم محمد إبراهيم الفزازي الذي اعتمد على الكتاب الهندي اعتمادا كبيرا أما كتاب « سندهند » فمعناه في اللغة الهندية « البقاء الخالد » وكان هذا الكتاب مرجعا هاما لسائر علماء ذلك العصر حتى زمن الخليفة المأمون (٨١٣ - ٨٣٣ م) .

وقد أعيد هذا الكتاب من جديد على يد محمد بن موسى الخوارزمي وقد استعان عند وضعه بالجداول المختلفة التي كانت متداولة في العالم الإسلامي وقد قدر الفلكيون الذين استخدموا طريقة كتاب « سندهند » هذا الكتاب حق قدره ونشروه في أوسع الآفاق .

قد ذكر أن الفلكي الهندي الشهير (براهما جوبتا) والذي

ولد عام ٥٩٨ م في رسالته المشهورة « سندهنتا » والتي وضعها وهو ابن ثلاثين عاما وقد عالج فيها النظام الفلكي فذكر بها بعض قواعد الحساب والاشارات الخاصة بالأعداد التسعة ثم ذكر الصفر كعدد خاص .

وفي عام ٧٧٣ م وفد أيضا على الخليفة المنصور في بغداد فلكي هندي يدعى « كنگاه » وكان معه كتابا يسمى « براهما جويناز سندهنتا » وقد نقل الى العربية تحت اسم « سندهند » وانصرف العلماء الى دراسته بنشاط وهمه كما لقي رواجاً عظيماً بين القراء وأوحي بقيام دراسات فلكية مستقلة مبثورة شجعها الخلفاء وناصروها .

لقد تناول الخوارزمي كتاب « السندهند » وصاغه صياغة جديدة مسطحة جعلته في متناول القارئ كما اهتم بمسائل الميراث في القرآن الكريم وعالجها علاجاً سهلاً مفهوماً .

وفي المراصد وضع المسلمون أزياجاً قيمة ودقيقة ومعنى كلمة « زيغ » هي ما نسميه الآن جدول وهي تشابه في الوقت الحالي جداول اللوغاريتمات وجداول جيوب وجيوب تمام وظلام وقواطع تمام الزاوية وفي هذه الأيام يقوم الغرب بعمل مثل هذه الأزياج ويوزعونها على جميع مراصد العالم ، وعموماً فالأزياج هي فرع من فروع علم الفلك وهي صناعة حسابية تعتمد على القوانين العددية فيما يخص كل كوكب عن طريق

حركته ، وما أدى الى برهان الفلك في وضعه من سرعة وبطء واستقامة ورجوع وغير ذلك . ويمكن استخدام الزيج في معرفة مواضع الكواكب في أفلاكها لأي وقت فرضي من قبل حسابان حركاتها ، على تلك القوانين المستخرجة من كتب الفلك . ولهذه الصناعة قوانين في معرفة الشهور والأيام والتواريخ الماضية وأصول متقررة في معرفة الأوج والحضيض والميول وأصناف الحركات واستخراج بعضها من بعض ويصنعونها في جداول مرتبة تسهلا على المتعلمين وحاليا فان « الحاسوب » قد حل كل هذه الازياج .

ومن اشهر الازياج « الجداول الفلكية » :

- زيج ابراهيم الفزارى .
- زيج الخوارزمى .
- زيج البتاني .
- ازياج المأمون وابن السمع وابن الشاطر وأبى البلخي والاييلخاني وعبد الله المروزي البغداد والشامل لأبى الوفاء والشاهي للطوسي وشمس الدين وملكشاه والمقتبس لأبى العباسي أحمد بن يونس ابن الكماد .
- زيج السنجوى .
- زيج العلاني .

— زيغ المصطلح في كيفية التعليم والطريق الى وضع
التقديم •

— زيغ الهمداني •

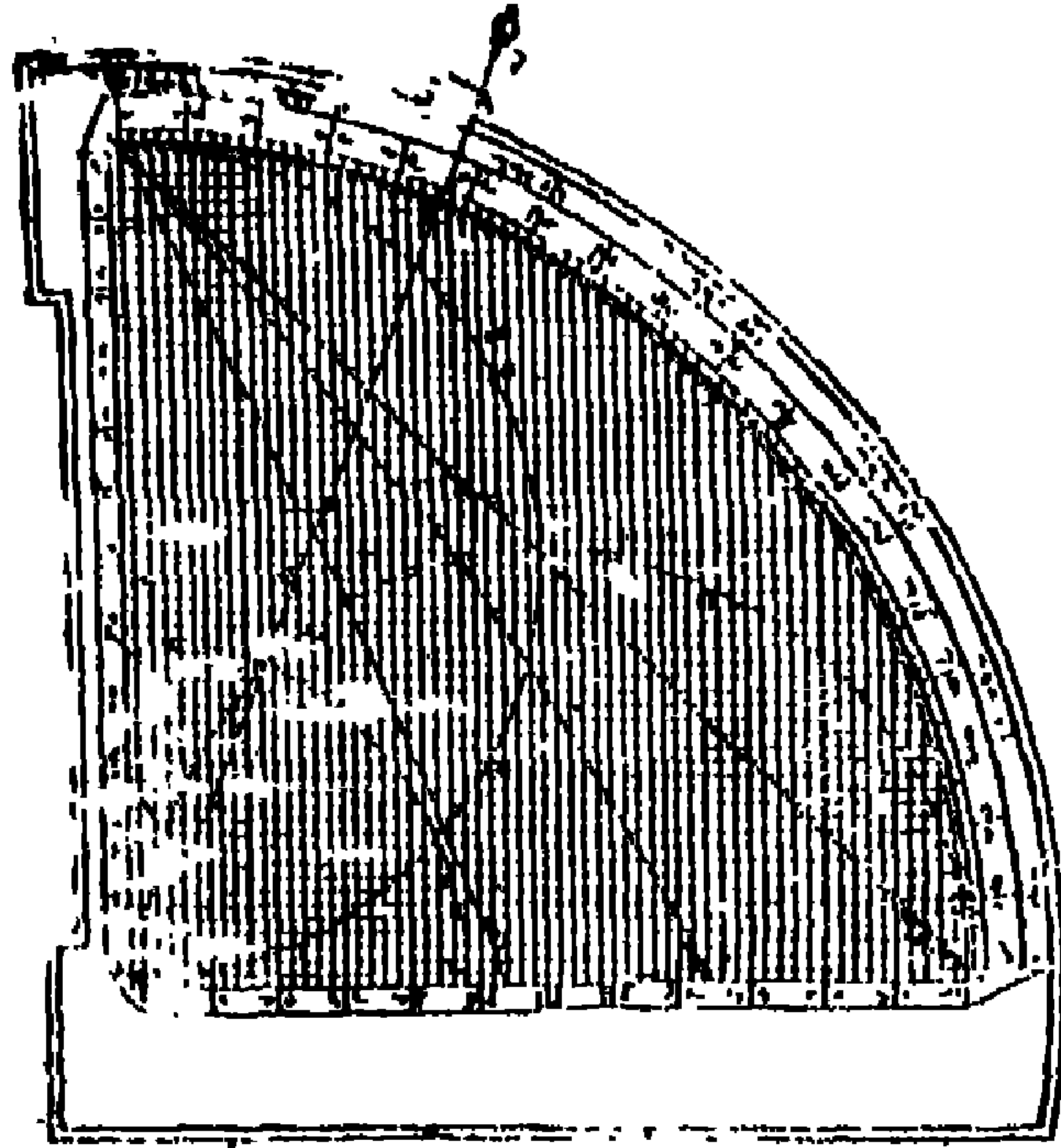
— الزيغ الكبير الحاكم لابن يونس •

— زيغ الآفاق في علم الأوقات •

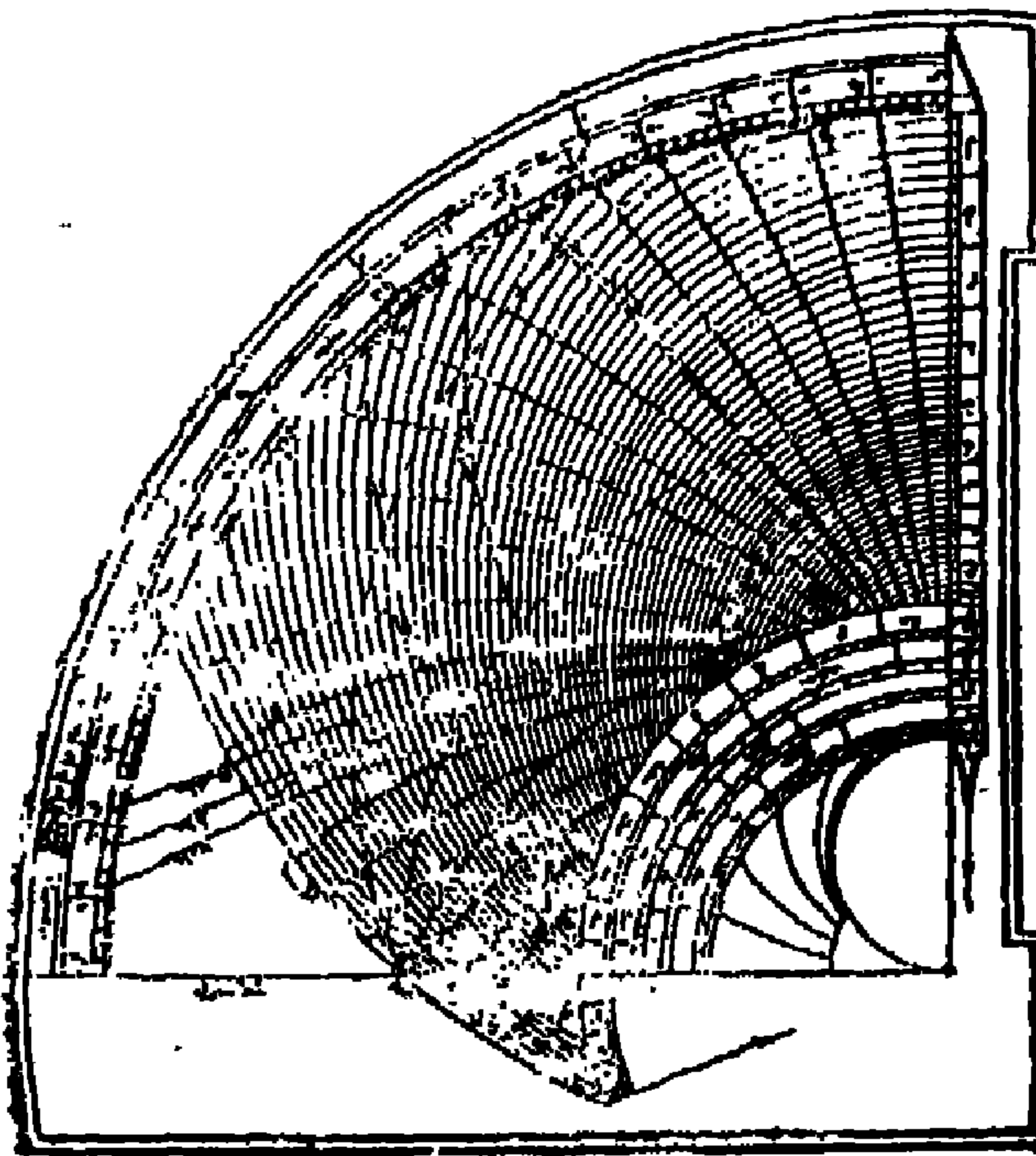
ثالثا - الأجهزة الفلكية :

هواية صناعة الآلات عند العرب ظلت مخصصة تقريبا في
عمل آلات الرصد ومختلف الآلات الفلكية • وما جاءهم عن
اليونان لم يغنهم شيئا لتحقيق أهدافهم التي كانوا يريدون
تحقيقها ، فقد أدخلوا على هذه الآلات الكثير من الإصلاحات
كما اخترعوا جديدا للرصد والقياس وقد بلغوا بها حد الكمال
وأخذتها عنهم أوروبا وظلت تستخدمها حتى اختراع المنظار
البعيد •

أن تتبع تاريخ الآلات هو من أفضل الطرق لفهم
التقدم العلمي ، فالآلة الواحدة تمر بأطوار متدرجة
ولا يبتدعها انسان واحد في وقت واحد ولا تظل بعده على
حالتها مدى الزمن ولم تكن الوظيفة الرئيسية لهذه الآلات
قائمة في تسجيل الأرصاد بل كان الغرض منها هو الوصول الى
التفسير الرياضي للوقائع التي تكشف عنها الأرصاد •



الربع المجنّب



الربع المنحرف

شكل (رقم ١)

السمت المربع :

وزيادة في الرغبة في الحصول على قياس دقيق بدأ اختراع العرب آلات جديدة أخرى تقوم على نظريات جديدة وملاحظات جديدة وتجارب جديدة وهذا الجهاز هو المعروف باسم « السمت المربع » وقد كان موجودا في مرصد « مراغة » وهو من أحسن وأدق الآلات وقد ركبته « جابر بن الأفلح » وهذا الجهاز هو الخطوة الأولى التي مهدت لظهور الجهاز الحديث المستخدم في قياس المساحات والمعروفة باسم « ثبودنيت » .

ذات السدس :

وهي آلة بصرية ذات مقياس مدرج على شكل قوس دائري طوله سدس محيط الدائرة تستعمل لقياس الأبعاد « ذات الزوايا » كما اخترع العرب « ذات الثمن » .

ذات الشعبتين :

وهي ثلاث مساطر على كرسى يعلم بها الارتفاع .

ذات السمت والارتفاع :

وهي نصف حلقة قطرها سطح من سطوح اسطوانة متوازية السطوح يعلم بها السمت وارتفاعها .

البنكام :

أو الساعة المائية وكان يستخدم في تعيين الزمن • وهذه الآلة من مخترعات المسلمين •

ذات الجيب :

وهي مسطرتان منتظمتان انتظام ذات الشعبتين •

المشبهة بالناطق :

وهي كثيرة الفوائد في معرفة ما بين الكوكبين من البعد وهي ثلاث مساطر : اثنتان منتظمتان انتظام ذات الشعبتين وهذه من مخترعات « تقي الدين الراصد » •

الربع المسطري :

وذات الثقبين • « والبنكام الرصدى » •

الارميلة :

تستعمل لقياس مواقع الأجرام السماوية بالنسبة لأي من دوائر الزوال أو الاستواء أو البروج •

زعم علماء الغرب أن آلة الاسطرلاب من مخترعات

« تيكويراهى » المذكورة مع أن الاسطرلاب والربع ذا الثقب كانا موجودين قبله فى مرصد « المراغة » الذى أنشأه العرب وجاء فى كتب العرب أن « أبا اسحاق ابراهيم بن حبيب الغزارى » من فلكى المنصور هو أول من عمل أسطرلابا وأول من ألف فيه كتابا سماه « العمل بالاسطرلاب المسطح » ويقال أيضا أن « ما شاء الله » ألف أيضا كتابا فى ذلك وفى « ذات الحلق » .

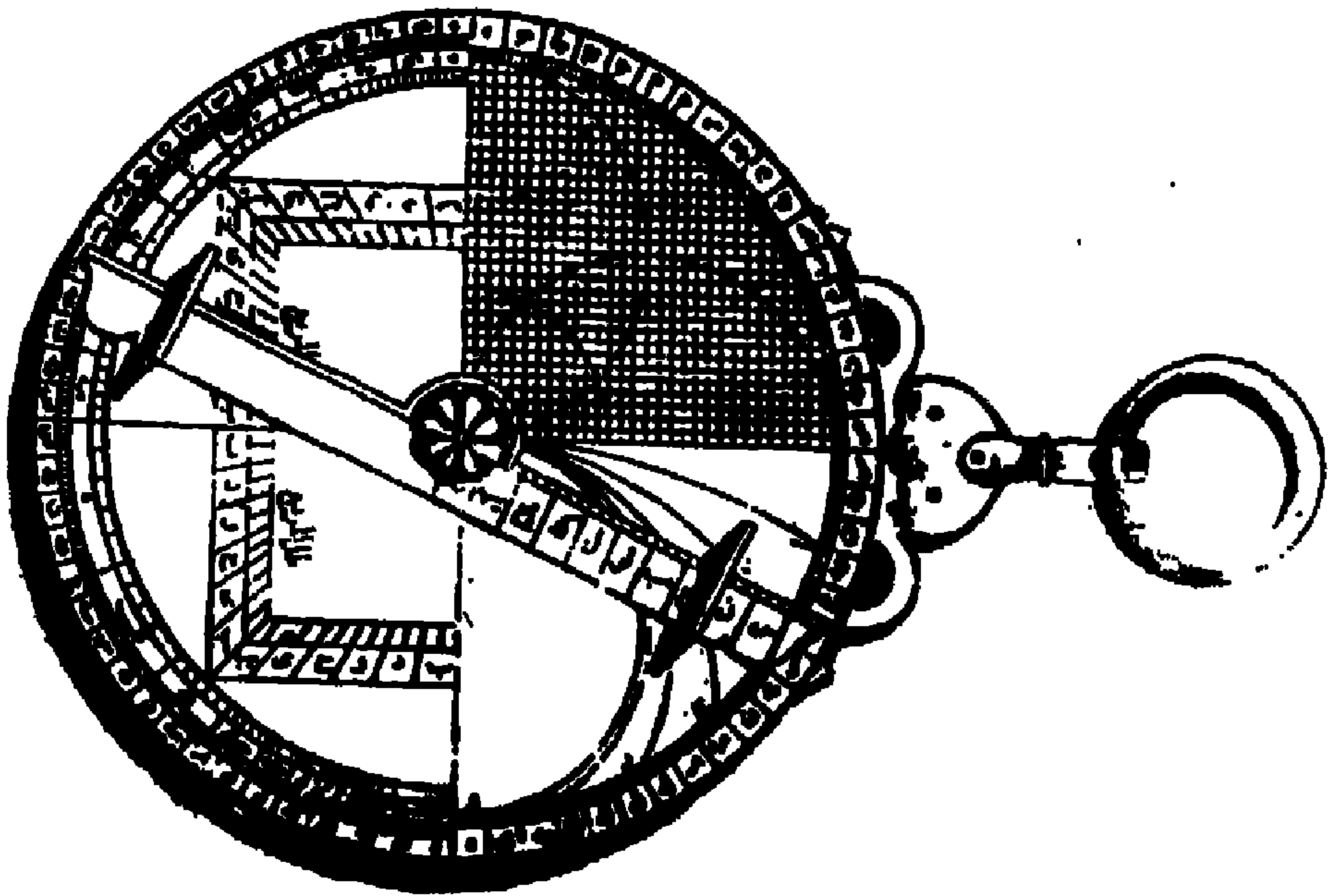
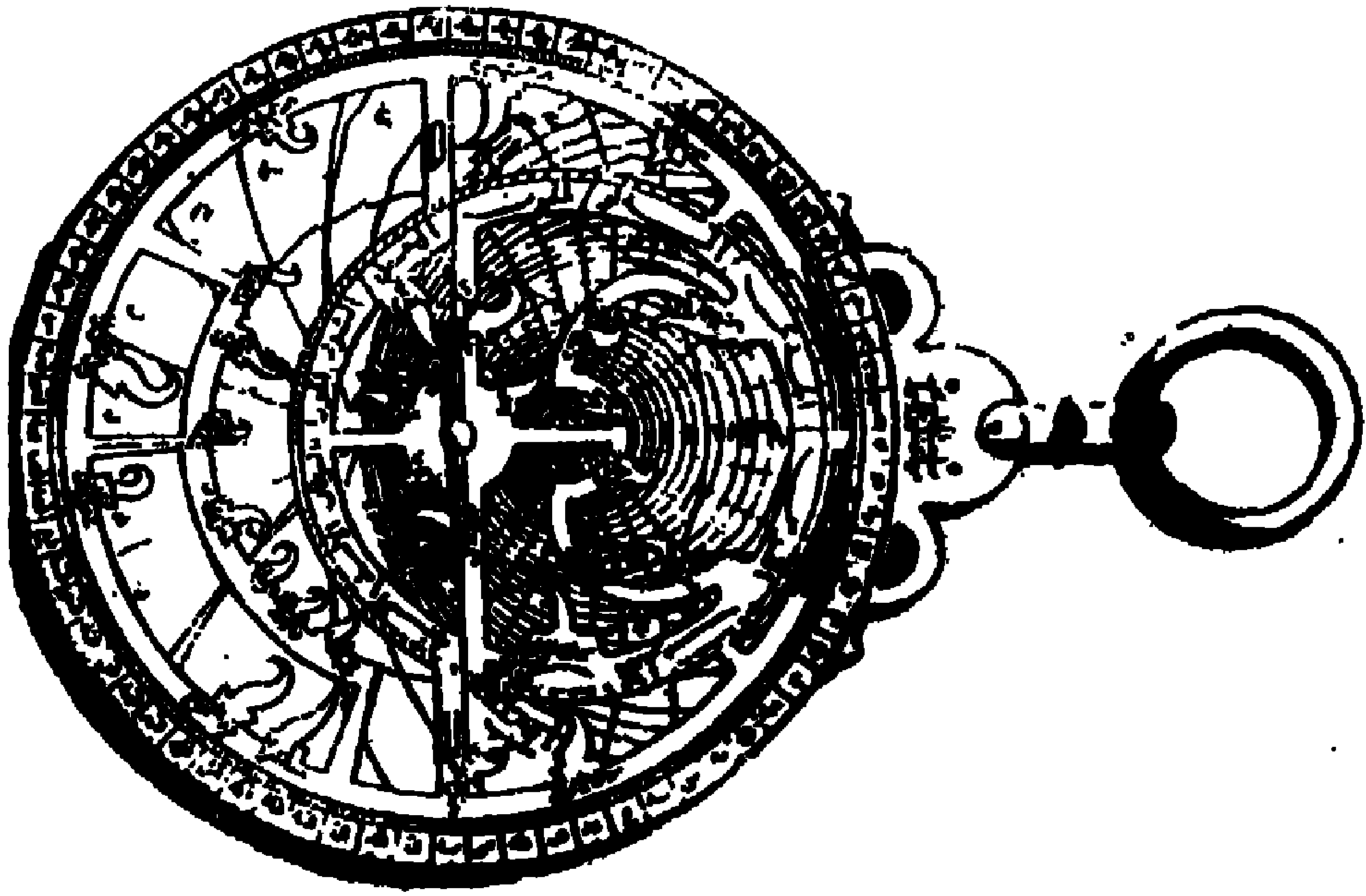
والاسطرلاب كلمة يونانية « الاسطرلابون » و « أستر » هو النجوم و « الايون » هو المرأة وأطلقت هذه الكلمة « اسطرلاب » على عدة آلات فلكية تنحصر فى ثلاثة أنواع رئيسية بحسب ما اذا كانت مسقط الكرة السماوية على سطح مستو أو مسقط هذا المسقط على خط مستقيم أو الكرة بذاتها بدون مسقط ما .

وكانت هذه الآلة التى أطلق عليها اليونان اسم « ماسك النجوم » أحب آلة توقيت عند العرب وكلمة الاسطرلاب قد تكون معربة من اليونانية كتعريب الفارسية بدليل أن علم الهيئة يسمى عندهم أسطرونوميا وصناعة أحكام النجوم

أستروولوجيا وعموما فالأسترلاب هي آلة ذكرت صنعتها وكذلك العمل بها في الكتب القديمة وقد تكون كلمة أسترلاب هي كلمة اغريقية معناها « مرآة النجوم » أو « متتبع النجوم » قد ذكر حمزة الأصبهاني في كتاب الموازنة أن الأسترلاب لقطة فارسية قد عرت فانها « اشتارة باب » أي مدرك النجوم شكل (رقم ٢) •

وأنواع الأسترلاب كثيرة منها : التمام – والمسطح – والطومارى – والهلالى – والزورقى – والعربى – والاسى – والقوس – والجنوبى – والشمالى – والكندى – والمنسطح – والمرطق – وحق القمر – والمغنى – والجامعة – وعصا الطوسى – الكرى – والعدى – والبيضاوى •

ومنها أنواع الازياج : كالتمام – والمجيب والمقنطرات شكل (رقم ١) – والآفاقى – ودائرة المعدل وذات الكرسي والزرقالة وذكر « ابن الشاطر » أنه اخترع آلة تفوق كثير من آلات الرصد سماها « الربع التام » •



شكل (رقم ٢)

الاسطرلاب اطلى الوجه الاول ، اسفل الوجه الآخر

وهناك الاسطرلاب الكرى : وهو يمثل الحركة اليومية
للكرة بالنسبة الأفق مكان معلوم . دون التجاء الى المسقط فهو
اذن صالح لقياس ارتفاعات الكواكب عن الأفق وتعيين الزمن ،
وحل طائفة من مسائل علم الفلك الكرى .

أحسن الاسطرلاب هو الاسطرلاب الكرى وكان
الاسطرلاب أكثر تداولاً بين العرب من القطوع المخروطية وكان
الاسطرلاب يؤدي أجل الخدمات التي تؤديها اليوم لنا ساعة
الجيب أو اليد فبواسطتها يستطيع المسلم تحديد أوقات النهار
ومواعيد الصلاة واتناء القبلة كذلك كان من المستطاع بواسطة
هذا الجهاز اجراء الحسابات الفلكية .

وبينما لم يستخدم اليونان الاسطرلاب الا في استعمالين
أو أكثر قليلا اذ بنا نجد في كتاب الخوارزمي حول الاسطرلابات
ذكر ثلاثة وأربعين نوعا وبعد ذلك بزمان قصير نجد مؤلفا
آخر يذكر ما يقرب من ألف ويصفها وصفا دقيقا . وقد طور
العرب الاسطرلاب وهذبوه كما استعملوه في مختلف الأغراض .
والشيء الجدير بالذكر أنه يندر أن نجد فلكيا مسلما لم يعن
بنياً الاسطرلابات واستخدامها .

الأسطرلاب لا يمتاز بتحديد الزمان والمكان فقط بل يؤدي خدمات جليلة جدا للبحارة في عرض البحار والمحيطات كهداية السفن وبوجيها وظل الحال كذلك حتى حلت محله أجهزة أخرى .

ذات الحلقبات :

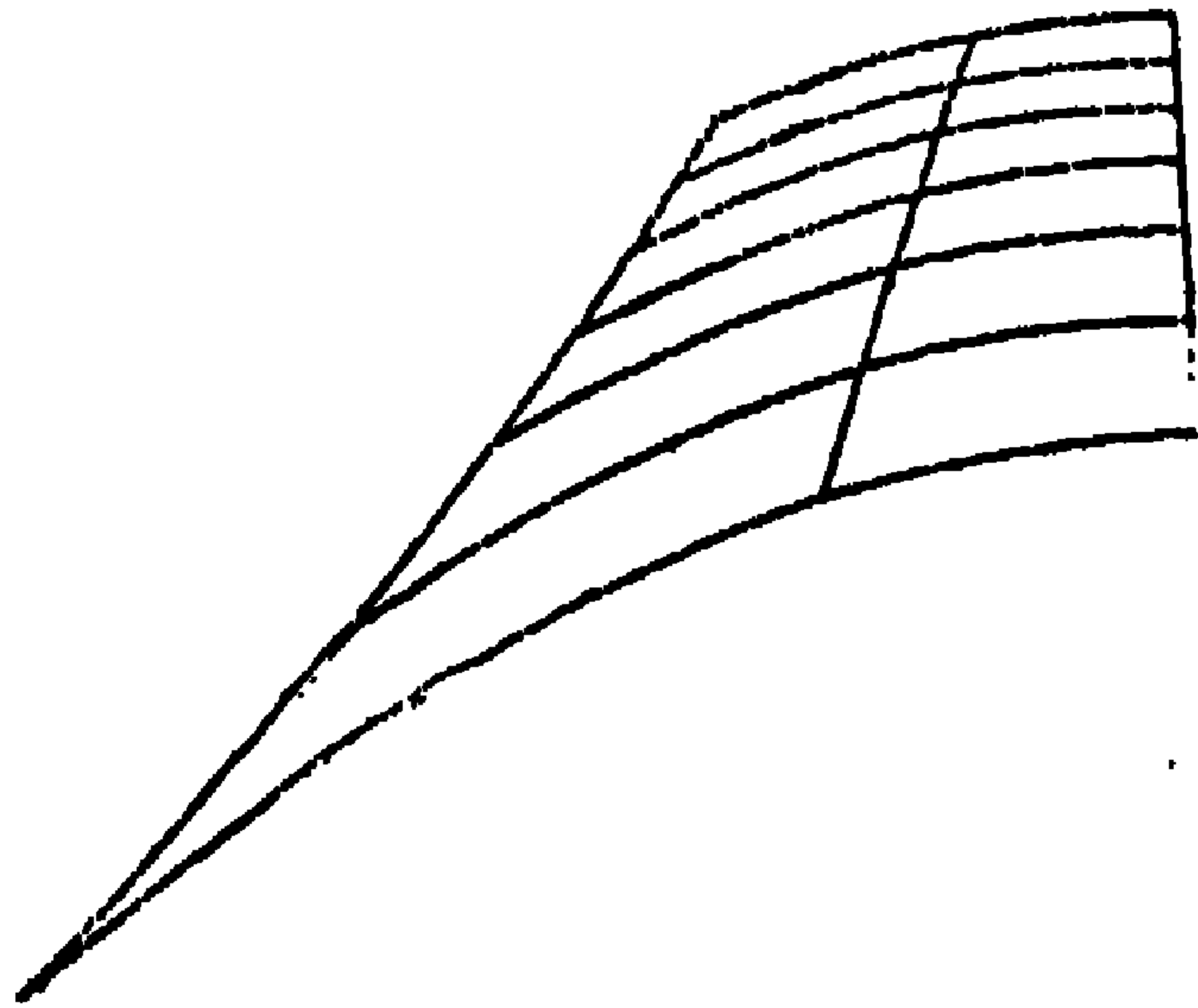
وهي آلة عبارة عن كرة مشتملة على خمسة أطواق لقراءة مواقع النجوم وهذه الأطواق الخمسة مصنوعة من النحاس وأول هذه الأطواق هو دائرة نصف النهار وكان مثبتا في الأرض والثاني خط الاستواء والثالث سمت الشمس والرابع خطوط العرض والخامس الاعتدالان وعلاوة على ذلك توجد دائرة لقياس السمات وتعيينه .

ومع مرور الزمن أخذت هذه الحلقبات في الكبر وهي المستخدمة في هذه الكره « ذات الحلقبات » الخمس النحاسية وقد صنعها العرب كما وضعها بطليمون إلا أن المقاييس العربية كانت أدق وأضبط وقد بلغ قطر الحلقة النحاسية ثلاثة أمتار ونصف المتر أو أكبر .

لم ينجح العرب في صناعة الآلة ذات الحلقبات والبلوغ بها فنيا مرتبة الكمال فقط بل أضافوا إليها ثلاثة حلقبات يستطيعون بوسطتها عمل مقاييس الأفق وزيادة في الدقة .

المزولة البسيطة :

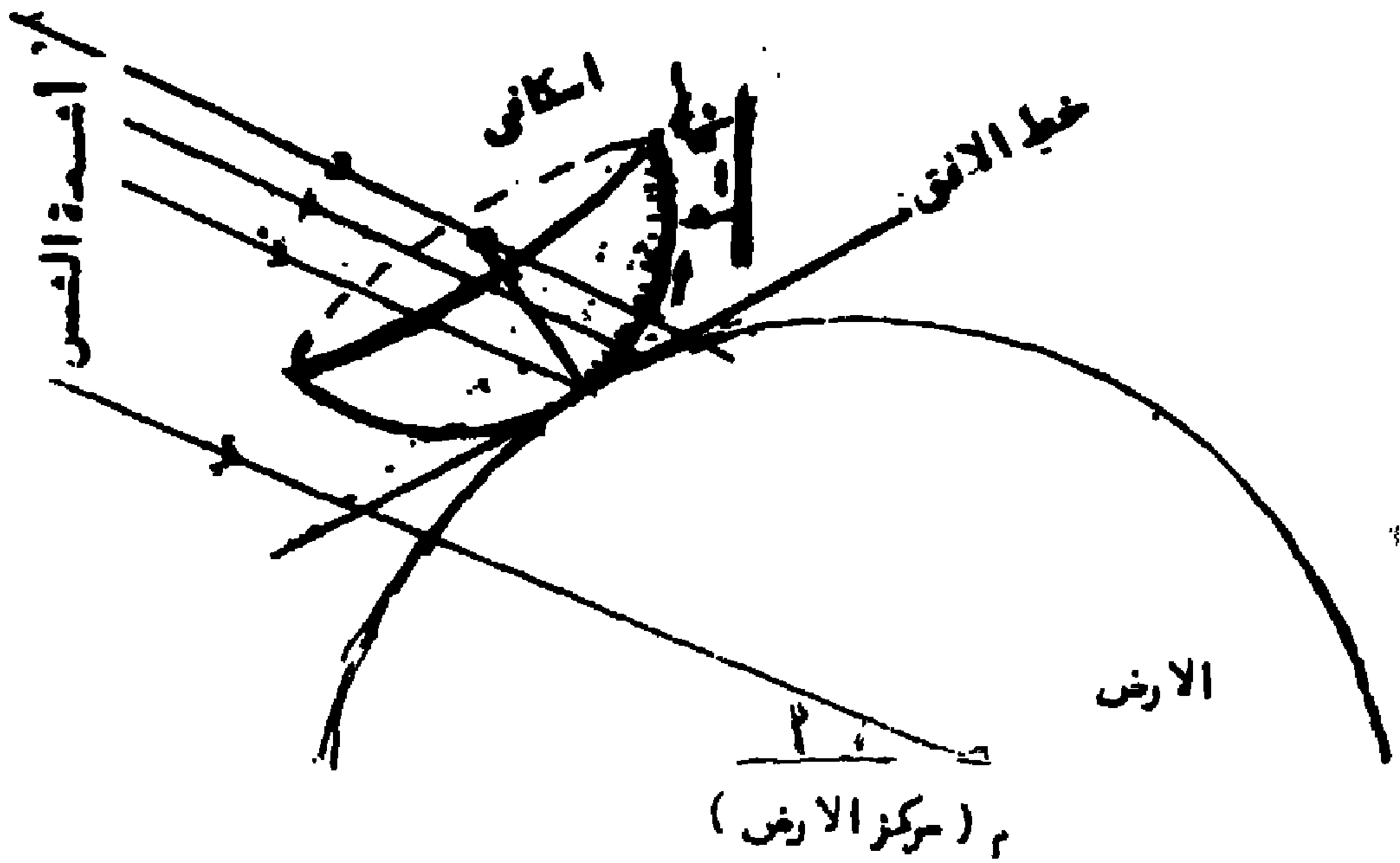
أقبل العرب على المزولة البسيطة لبطليموس وتفننوا فيها
واخترعوا منها أجهزة أخرى جديدة مثل مزولة الحائط ومزولة
السمت والمزولة الأخرى السهلة الحمل وغيرها من الآلات التي
تجاوزت اثمانية عشر نوعا . وكان البيروني يستخدم مزولة
حائط قطرها سبعة أمتار ونصف المتر وهي مزولة أقل بكثير من
تلت التي كانت موجودة في مرصد « أولوغ بك » اذ يبلغ قطرها
أربعين مترا شكل (رقم ٣) .



المزولة
شكل (رقم ٣)

النموذج الأول لآلة التصوير :

وهو جهاز يشبه تقريبا آلة التصوير وبه ثقب وكان هذا الجهاز هو النموذج الأول لآلة التصوير وقد أثبت ابن الهيثم عن طريق هذا الجهاز استقامة خطوط الضوء .



مركز الأرض

شكل (رقم ٤)

خط عرض المكان = ٩٠ - أقصى ارتفاع للشمس يوم ٢١ يونيو + ميل الشمس في ذلك اليوم + الميل .
 = ٩٠ - ١ .
 = ٩٠ - ١ + ٢٣ درجة .
 (٩٠ - ١) تعين باستخدام الاسكاف .

سكافى :

كلمة سكافى تعنى القارب والزورق وهى عبارة عن نصف كرة معدنية مجوفة مدرجة فى جوفها • يوضع تحديها على الأرض ويوجد فى وسط تجوفها شاخص يوافق طرفه نقطة مركز الكرة وأن امتداده الوهمى تحت الأرض يصل الى مركز الأرض فيشير طرفه الى سمت رأس البلد •

يمكن استخدام آلة « سكافى » لمعرفة خط عرض المكان عند استخدامها لقياس ارتفاع الشمس وقت انبصاق النهار فى يوم ٢١ مارس أو ٢٢ سبتمبر حيث يكون ميل الشمس مساويا للصفر وتكون الزاوية المتممة لارتفاع الشمس فى هذا اليوم (٢١ مارس) هى عبارة عن خط عرض المكان حيث :

خط عرض المكان = ٩٠ - ارتفاع الشمس وقت الظهر
فى يوم ٢١ مارس أو ٢٢ سبتمبر

الساعات الشمسية :

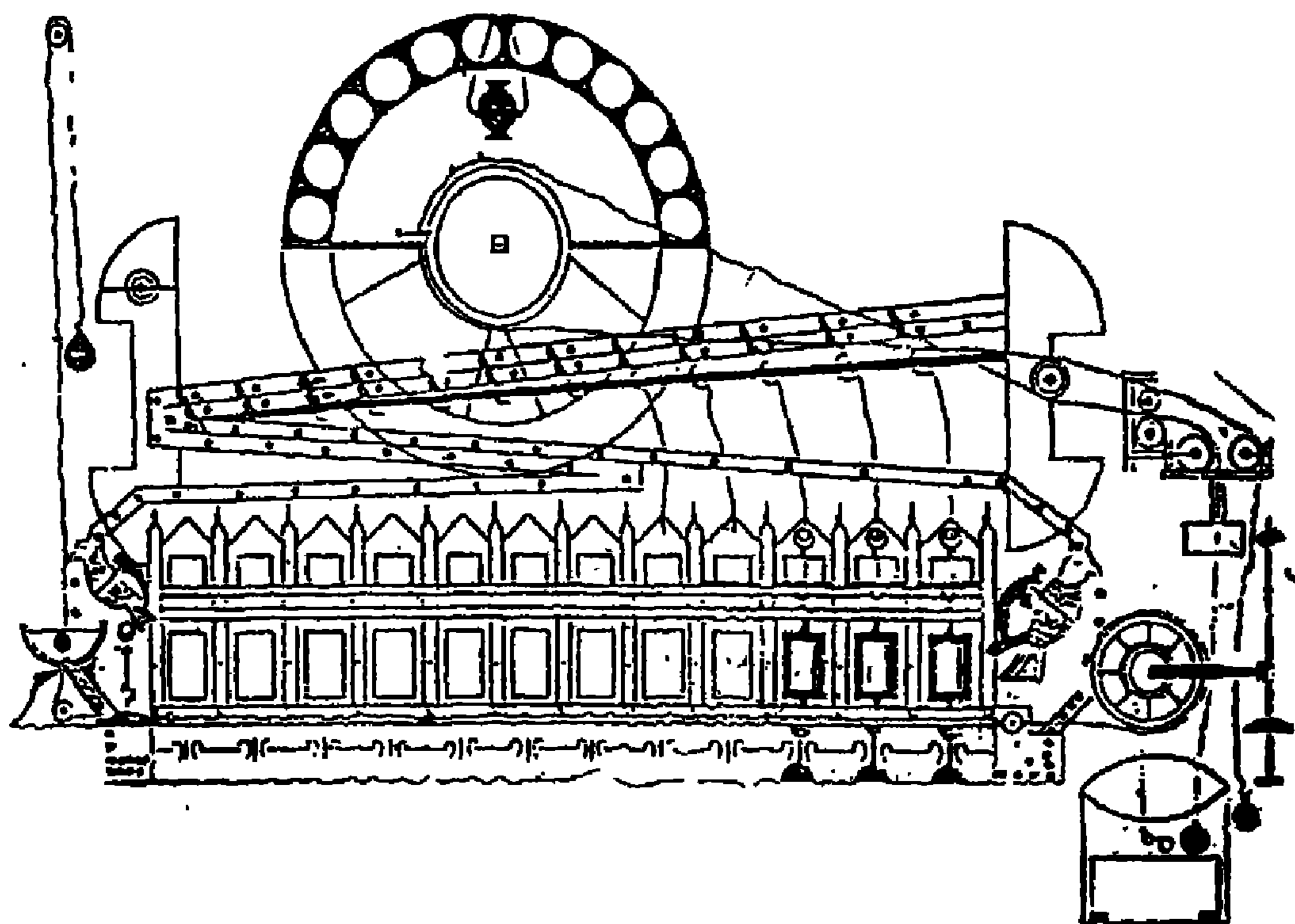
استطاع العرب بواسطتها تحديد وتعيين أوقات النهار بمساعدة النظرية الكروية للمثلث والجدول الذى كان يبين موقع الشمس وخير ما اخترعوا فى هذا الموضوع ساعة شمسية متحركة اسطوانية الشكل وهذه الساعات الشمسية قد تدفقت فيما بعد على أوروبا • وقد اخترع الساعاتية العرب ساعة

شمسية بالطبل فهي تحدث قرعا في حوض عندما تبلغ الساعة الثانية عشر ظهرا • والساعة المائية التي تبقى عند كل ساعة كرة في حوض معدنى • ثم نجد قرصا وعليه الأفلاك وعندما يتحرك القرص تظهر الكوكبات أو عند تمام الساعة الثانية عشر ميلا نجد في هيئة نصف دائرة شبايك يصىء كل منها عقب الآخر بينما يمر بها هلال شكل (رقم ٦٥) •

وأخيرا اخترع أحمد بن موسى أشياء كثيرة تدعوا الى الدهشة فقد صابر في بناء الآلات الدقيقة المعقدة التركيب والتي ذات فائدة قصوى للمجتمع •

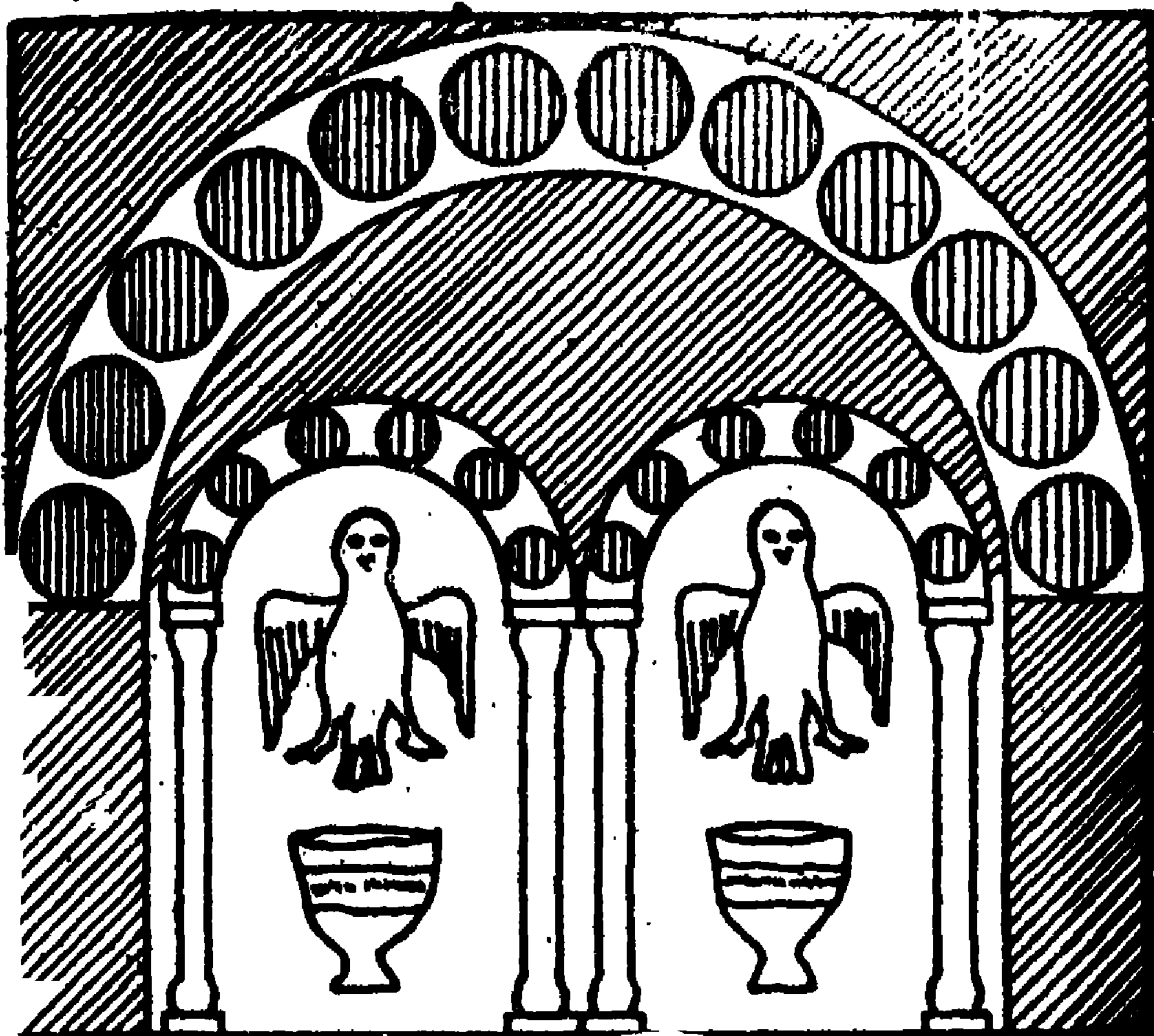
لقد اشترك أحمد بن موسى مع أخيه محمد وركبا ساعة نحاسية ذات حجم كبير وقام محمد بعمل حساب شروق وغروب أهم الكواكب والنجوم حسب اليوم والسنة وكانت هذه الساعة قطعة فنية عجيبة ووحيدة من نوعها من حيث صناعة الآلات وتركيبها وقد أثارت إعجاب كل من شاهدها والساعة التي صنعها عبارة عن كرة وعليها صور الأفلاك وأجرام السماء وتتحرك بقفل الماء فاذا اختفى نجم من نجوم السماء اختفى في نفس الوقت النجم الذي يقابله في الكرة عن طريق خط يمثل دوران الأفلاك وله نظيره في السماء وعندما يعود النجم في السماء الى الظهور مرة أخرى يظهر هذا النجم على الكرة فوق خط الأفق •

والشكل (رقم ٥) رسم الساعة التي وصفها ابن جبير
كما رسمها ابن صانعها *



شكل (رقم ٥)

ساعة باب جيرون بالمسجد الأموي بدمشق في القرن السادس الهجري
الثاني عشر الميلادي والتي وصفها ابن جبير في رحلته المشهورة (٥٧٨ - ٥٨١ هـ
١١٨٢ - ١١٨٥ م)



شكل (رقم ٦)

واجهة ساعة باب جيرون بالسجدة الأموي بدمشق في القرن السادس
الهجري - الثاني عشر الميلادي - كما تخيلها أحد المستشرقين (ج. سوفاجيه)
بناء على وصف الرحالة ابن جبير (٥٣٩ - ٦١٤ هـ - ١١٤٤ - ١٢١٧ م) .

لماذا لم يكمل أبناء حضارات الشرق القديم وخاصة العرب منهم ، مشوار العلم الذى بدأوه فى شتى المجالات ولماذا خبأت ثم أنطقت الروح العلمية عامة لدى أبناء تلك الحضارات ؟ •

وللإجابة على هذا السؤال نأخذ الحضارة الاسلامية كمثال فالحضارة الاسلامية سادت العلم كله ردحا طويلا من الزمن وهى حضارة أشرقت على العالم بنورها طيلة سبعة قرون ، وبلغت أوج ازدهارها ورفقها العلمى فى القرن الرابع الهجرى (العاشر الميلادى) ثم بدأت فى التدهور مع القرن الثانى عشر الميلادى وكانت الظروف مهيأة لذلك تماما وذلك من وجود اضطرابات سياسية فى الداخل وحروب واغارات صليبية وتتارية من الخارج ، كل ذلك أدى الى خلل فى البنيان • تبعه ظهور موجه من الجهل ركبها السذج والجهلة • ويقال أن هناك شخص وشى بالعالم « عبد السلام بن حنكى » عند الخليفة « الناصر لدين الله » الذى توفى فى عام ٦٢٢ هـ - ١٢٢٥ م • فسجنه الخليفة وأمر بأن تحرق كل محتويات مكتبته الزاخرة والتي يوجد بها العديد من مؤلفات من سبقوه وعهد الى هذا العمل التخريبى الى رجل يقال له ابن المارستينية وأقيم لهذا العمل اللا انساني التدميرى حفل كبير ومنبرا عاليا فى أحد الميادين فى بغداد وجمع الناس وأشعلت النيران وصعد ابن المارستينية

على المنبر وأخذ يلعن الفلاسفة ومن يقول بقولهم وكان يخرج الكتب كتابا كتابا فيبالغ في ذم الكتاب ودم مؤلفه ثم يلقيه إلى شخص آخر لكي يلقه في النار ، ولم ينج من هذه المحرقة كتاب واحد من كتب العلوم أو الفلسفة . وتصادف وقع في يد ابن المارستينية أحد كتب ابن الهيثم في الفلك فأشار ابن المارستينية إلى الدائرة التي مثل فيها ابن الهيثم هيئة الفلك في ذلك الكتاب وهو يقول ، وهذه الداهية الرهباء والنازلة الصماء والمصيبة العمياء .. ثم بخرقها . ويلقى بالكتاب لتأكله النيران .. ويوضح ذلك موجة الجهل التي هبت على الأمة العزيرة والاسلامية في بداية انهيارها وهي مخالفة تماما للروح التي بدأت بها النهضة مع هذه الأمة في القرن السابع الميلادي فقد بدأت بتشجيع العلماء والعلم واثمت باحتقارهما وكان ذلك بداية السقوط ودخل العالم الاسلامي في عبور مظلمة .. وندعو الله أن يخرجنا مرة أخرى منها .

ماذا حدث لأساتذة العالم في العلوم (العرب) .. ماذا حدث لمن جمعوا علم العالم كله في أقل فترة زمنية ممكنة وفتحوا نصف العالم في أقل من مائة عام .. ان الذي حدث لهم هو انعدام في ادراك الزمن أي أن الزمن سبقهم دون أن يدركوا ذلك أو يشعروا به وسبقهم الزمن بفترة ليست بوجيزة هذه الفترة هي فترة تراضيهام وعموما لا يسعنا تحديد هذه الفترة بالضبط في صحف التاريخ ولا يهنا ذلك .

وقد يتساءل البعض لماذا لا يهمننا ؟ أليس جزء من ماضينا ؟ ألم يلقنونا في الكتب ، أن من ليس له ماض ليس له مستقبل وأن الماضي أساس المستقبل . ومن نسي قديمه تاه وصل الطريق . وليس هناك قيمة للبناء دون أساس وكذلك ليس هناك قيمة للأساس دون بناء فالماضي المجيد لا بد له من مستقبل أكثر مجدا ولن يحدث ذلك الا اذا فاق العرب من ثباتهم العميق وكذلك من الضربة التي أصابتهم فخدرتهم طوال الفترة التي سبقهم الزمن فيها ولكن كيف يفيقوا ؟ لن يفيقوا الا بضربة أخرى في الرأس تعيد لهم ذاكرتهم التي فقدها وتحثهم على التقدم ليحفظوا بمستقبل أكثر مجدا وذلك ليس بالصعب على العرب الذين اعتادوا الجري في الصحارى قديما أن يجروا في ميادين العلوم والفنون والمعارف . . نعم سيجرون حتى يلحقوا بالزمن ويسبقونه ولكن لا بد لنا من وقفة تفكر أقصد فترة من الزمن لكي يحدث العرب فيها الطفرة العلمية الهائلة مرة أخرى نجدهم يسبقون الزمن كما حدث في الماضي . هذا اللحظة هي اللحظة التي يمتزج فيها ليل جهلهم وفقرهم ذلك الليل القاهم يفجر نهضتهم ومجدهم القادم وصباحهم المشرق على الوجود وبعد ذلك لن نقول أن العرب قد حدث لهم ضربة فخدرتهم وجعلتهم تخلفوا عن ركب الحضارة . بل نقول أن الزمن هو الذي تخلف وأن العرب سبقوا الزمن كما فعل أجدادهم .

مما سبق يتضح أنه كان للعرب حضارة علمية شامخة
وتاريخ مجيد لا بأس في العلوم والثقافة والمعرفة ولكن العرب
تركوا هذا العلم والفخار يشتعل لينير العالم كله ونسوا أن
هذا العلم يحتاج الى من يرعاه وينميه حتى يستمر في الاشتغال
والانارة ولكنهم لم يلحظوا ذلك وبمرور الزمن انطفأ نور علمهم
وذهب بغير رجعة الى الآن .

والمعارف القيمة التي أعطاها العرب لدول الغرب ، استغلها
الغريون أحسن استغلال (كما سنرى فيما بعد) الى أن وصلوا
الى ما هم عليه الآن والأمة العربية لم تتعرض منذ أن تركت
علومها وثقافتها ووقفت تشاهد الغرب وتتفرج عليه وهو يزيد
في علومهم ويحسوه ويجودوه الى أن وصلوا الى درجة عالية
من العلم والمعرفة وكل هذا كانت أصوله من العلوم والمعرفة
العربية .

الباب الخامس

افكار جديدة

افكار جديدة

بعد انتهاء فترة الازدهار الفلكي عند العرب التي كانت واضحة في القرن الرابع عشر انتقل مركز الثقل في علم الفلك الى ارض أواسط أوروبا . وبدأ عصر ترجمة العلوم من العربية الى اللاتينية وتكامل بصورة جدية في القرن الثالث عشر ونشأت في القرن نفسه جامعات في أوروبا ألهمت حماس الشباب الى الاغتراف من بحر المعرفة الذي لا ساحل له وولفت الأنظار الى المؤلفات العربية من علمية وفلسفية ودعت الى ترجمتها ودراستها .

ومن العلماء الذين اشتهروا في هذه الحقبة وكان لهم أثر كبير في انهاض الفكر العلمي الأوروبي هم :

كوبرنيك :

ولد نيقولا كوبرنيك في عام ١٤٧٣ في بلدة « ثورن » ببولندا التحق بجامعة « كراكاو » وتعلم بها الفلسفة والفلك

والهندسة والجغرافيا وكانت لدراسة الفلك أهمية كبرى في ذلك الوقت ثم أخذت التجارة عبر المحيطات تنمو بسرعة وبدأ حجم المراكب يتزايد ومشاكل البحار تتراكم وعندما كان « كوبرنيق » في التاسعة عشرة من عمره كان كولومبس الذي درس العلوم الفلكية وأزياج العرب بإيطاليا قد عبر المحيط مكتشفا أمريكا وكان معه الاسطرلاب العربى يستعين به في الأرصاد كما كانت الجداول الفلكية العربية رائدة له عند المسير في اليم .

لم يكتف « كوبرنيق » بدراسة الدين أو الطب ولكنه كان معرما بدراسة علم الفلك والرياضيات وداوم على مصاحبة أستاذ الفلك بجامعة كاراكاو وهو « دمينيكو ماريا دى نوفارا » الذى كان قد اكتشف النقص فى الانحراف الأهلصى وكذلك التغير فى خطوط العرض .

كان لكوبرنيق بحوثا جديدة عن مسار القمر وحركاته المتغيرة وعين فيه السماء الزرقاء بما فيها من كواكب .

بدأ كوبرنيق فى عام ١٥٠٦ م . يخطو فى تسمية نظامه الفلكى الذى تصوره للكون . ذلك النظام الذى كان حلما يراوده وهو يدرس دراساته الموضوعية فى جامعات ايطاليا . ثم أخذ يستكمل هذه الدراسة فى أحد أبراج كاتدرائية

« فراونبورج » هذا البرج لا يزال قائما ويعرف ببرج كوبرنيك
انه كان مرصده كما كان علم الفلك شريعته •

وفي عام ١٥١٤ م أصبح كوبرنيك شهيرا كعالم فلكي
فدعى الى المجمع الكنسي لتقديم مشورته في اصلاح التقويم
فاعتذر نظرا لأن الأرصاد الفلكية الجديدة لحركات
الشمس والقمر لم يتم جدولتها بدقة تفي بالغرض المطلوب فهي
ما زالت فجوة تتغذى من النهج القديم •

وفي عام ١٥١٩ م حفزت رحلة مجلان حول الأرض وكذلك
الكشوف البحرية في المحيطات المشتغلين بعلم الفلك الى مزيد
من الدراسات والى تحسين فى آلات الرصد فكانت جامعة
يولونا بايطاليا مركزا مشعا لهذه الدراسات تلك الجامعة التى
تعلم فيها كوبرنيك وتزود فيها بالمجسطى وبتراث العرب فى الفلك
والرياضيات وأثرت هذه الرحلات على كوبرنيك وحفزه
ليقوم بعمل عدة أرصاد شاقة تولاهها بنفسه ليدعم بها نظريته
الجديدة عن الكون ورغم جدية أرصاده الا أنه ظل معجبا عن
نشرها وأن أول رسالة ظهرت له عام ١٥٢٤ م • وهى التى
حاول فيها تقويض الأسس التى قام عليها التفسير القديم عن
مبادرة الاعتدالين • ولم تتناول هذه الدراسة أى تلميح من
بعيد أو قريب عن نظريته الجديدة •

ومن مؤلفات كوبرنيك كتاب فى « حركات الكرات

السماوية » ولم يذكر المصادر العلمية التي اعتمد عليها عند كتابته لهذا الكتاب ومن الاطلاع على هذا الكتاب يتبين بوضوح أنه اعتمد على :

١ - كتاب الهيئة للبطلوجي وكذلك كتاب السماء والعالم لابن رشد .

٢ - تحرير المجسطي لنصير الدين الطوسي .

٣ - كتاب أصول الفلك لابن كثير الفرغاني .

٤ - مجادلات « نيقولاس الأورزمي » العالم الباري في القرن الرابع عشر الذي نفش فيها دورات السماوات .
ونادى بانها ما هي الا وهم وسراب وأن جميع أنواع الحركة هي نسبية .

كتب كوبرنيك كتابا آخر اسمه « تفسيرات » ويبين هذا الكتاب جرأة كوبرنيك وتحرره بعض الشيء وذلك لأنه قدم دراسة أولية لنظريته الجديدة في هذا الكتاب والتي نادى فيها بمركزية الشمس للكون وليس الأرض فسرعان ما جذبت انتباه المفكرين . وفي عام ١٥٤١ م اقترح بعض العلماء على كوبرنيك أن يقوم بنشر نظريته الجديدة على الملا فأرسل البحث الى ألمانيا ليطلع تحت اسم كتابه السابق « حركات الكرات السماوية » .

ظل « كوبرنيق » قرابة الثلاثين عاما يعمل بغير انقطاع ساعيا الى ابتكار نظام جديد للكون وبالفعل توصل الى نظام جديد فسر بدقة جميع حركات الكواكب والنجوم ومع أربع وثلاثين كرة فقط . ورأى كوبرنيق النسخة المطبوعة لهذا الكتاب وهو في غيبوبة المرض .

وفي الواقع أن نظرية مركزية الشمس للكون التي نادى بها « كوبرنيق » في أبحاثه ، قد خلقت ناقصة التكوين واحتاج الأمر الى سنين أخرى ليظهر عباقرة أمثال جاليليو وكيلر ونيوتن يقومون بتدعيمها فيزيائيا ورياضيا .

قام كوبرنيق بقياس أبعاد الكواكب عن الشمس متخذا بعد الأرض عن الشمس وحدة للقياس . فعندما يوجد كوكب عطارد مثلا في موضع استطالته العظمى . فإن الخط الواصل بين الراصد والكوكب يصبح مناسبا لفلك الكوكب وعموديا على الخط الواصل بين الشمس والكوكب .

الأرض في الوضع « ص » والشمس في « س » وعطارد في « ع » فالخط س ع يساوى س ص جا س ص ع حيث أن

هذه الزاوية يمكن رصدها وحساب جيها من جداول حساب
المثلثات أو باستخدام حاسبة الجيب وبهذه الطريقة يمكن
حساب بعد أى كوكب عن الشمس باعتبار بعد الأرض عن
الشمس يساوى الوحدة •

الكوكب	قياسات كوبرنيق	القياسات الحديثة
عطارد	٠.٦٣٠ر	٣٨٧ر
الزهرة	٠.٧٢٠ر	٧٢٣ر
الأرض	١.٠٠٠ر	١.٠٠٠ر
المريخ	١.٥٠٠ر	١.٥٢٠ر
المشتري	٥.٠٠٠ر	٥.٢٠٠ر
زحل	٩.٠٠٠ر	٩.٥٤٠ر

أما قياسات الفراغانى والبثانى فكانت على أساس بعدها
عن الأرض وأما بطليموس فانه لم يذكر الا بعد الشمس والقمر
فقط عن الأرض ولا نجد فرقا كبيرا بين قياسات الفراغانى
وقياسات « كوبرنيق » فيما لو حولت أبعادها من الأرض
للشمس •

ان كل ثورة من الثورات لا تأتي بغتة بل لا بد من وجود
بذور صالحة لها ولا بد من زمن حتى ينمو وينضج ثبتها •
استورد « كوبرنيق » أمثاله تلك البذور من العرب ثم زرعها
في أرض أوروبية فأينعت لأنها كانت على حافة التطور والثورة •

لقد قام الاغريق بعمل نظام معين للكون ثم جاء العرب
واستحدثوا أنظمة جديدة وأصبحت تلك الأنظمة تقيض موضوع
كما رأينا فيما قبل في هذا الكتاب ثم جاء « كوبرنيق » فربط
بينها في تعايش سلمي فاستحدث نظاما جديدا واستقر نظامه
بل نما وترعرع لأنه كان محظوظا اذا وجد من يخلفه من شوامخ
الفكر أمثال تيكوبراهي وكيلر وديكارت ونيوتن ولا بلاس
وبذلك أصبح نظام « كوبرنيق » موضوعا زاعت شهرته الأفاق
أثناء محاكمات جوردانو برونو وجاليليو وبعد وفاته بأكثر من
خمسین عاما •



كيلر :

ولد كيلر في عام ١٥٧١ م • وتوفي في عام ١٦٣٠ م • كان
يعمل رياضيا في بلاط القيصر بمدينة براغ وانحاز كيلر لنظرية

كوبرنيكوس وحاول شرحها في بحثه الذى سماه « بأسرار
الجغرافيا الفلكية » وذلك على أسس رياضية ، بالرغم من ذلك
لم يستطع كيبلر ايجاد توافق بين فكرته وبين الحقيقة .
واستطاع فقط ايجاد تطابق بين الأرصاد والنظرية عندما بدأ
فى جعل الكواكب تتحرك فى مدار أهليجى تحتل الشمس احدى
بؤرتيه ثم نشر كيبلر هذا القانون فى بحث سماه « الفلك
الجديد » واكتشف كيبلر بعد ذلك القانون الذى بين العلاقة
بين زمن الدوران وحجم المدار .



جاليليو :

ولد عام ١٥٦٤ م . وتوفى عام ١٦٤٢ م . قام جاليليو
بصناعة منظار ذا عدسة واحدة وبواسطته اكتشف كل من أقمار
المشتري وتغير أطوار الزهرة والجبال القمرية وكذلك حقيقة
أن سكة التبانة مكونة من مجموعة كبيرة من النجوم واعتبرت
هذه الاكتشافات دليلا على صحة تعاليم كوبرنيكوس .



نيوتن :

ولد في « ولتروب » بمقاطعة لانكشير في إنجلترا في ٢٥ ديسمبر سنة ١٦٤٢ م . وكان فيلسوفا وعالما في الطبيعة والبصريات ووضع نظريات في الجاذبية وتركيب الضوء ولاحظ أن الضوء عند مروره في منشور زجاجي لتغير لونه الى ألوان كثيرة تنكسر بدرجات مختلفة عند تقاؤها في مادة المنشور .

نشر نيوتن قانون الجاذبية واستطاع بمعونة هذا القانون وضع نظرية لكل من المد والجزر .

كانت التحسينات التي طرأت على المناظير وطرق تركيبها وكذلك على الساعات هامة في النجاح التالي لعلم الفلك وعلى وجه الخصوص لا بد من ذكر « رومر » (١٦٤٤ - ١٧١٠) الذي بنى أول دائرة زوال في عام ١٧٠٤ م . كذلك « هيجنز » (١٦٢٩ - ١٦٩٥) الذي بنى أول ساعة ذات بندول ، وقامت أولى المراصد الكبيرة في ذلك الوقت بعد تلك التي شيدت في عهد « تيكوبراهي » مثل مرصد باريس في حوالي عام ١٦٧٠ م . وبعده بقليل من السنين مرصد جرينتش ثم المرصد الذي افتتح في برلين عام ١٧٠٠ م .

لقد كان نيوتن رياضيا من الطراز الأول وعالما تجريبيا ممتازا ذا مقدره فذة على استخلاص الحقائق المهمة من

المشاهدات والتجارب وأعمال نيوتن ستظل شاهدة على عظمة
هذا العالم العملاق .

استطاع كازيني (١٦٢٥ - ١٧١٢) في عام ١٦٧٢ حساب
المسافة الهامة بين الشمس والأرض وذلك باستعمال أرصاد
المريخ واقترح هالي (١٦٥٦ - ١٧٤٢) في عامي ١٦٩٣ ، ١٧١٢
طريقة محسنة لذلك . كما قام هالي لأول مرة في عام ١٧٠٦ م .
بحساب مدار المذنبات حول الشمس وأوجد أوقات عودة المذنب
المسمى باسمه . وفي عام ١٧١٨ اكتشف هالي الحركة الذاتية
للنجوم وفي عام ١٧٢٨ اكتشف برادلي (١٦٩٢ - ١٧٦٢)
الزيج الضوئي .

وفي عام ١٧٥٧ م . تم تبسيط طريقة تحديد مدارات
المذنبات بواسطة « أوليرز » (١٧٤٨ - ١٨٤٠) تبسيطا كبيرا .
كما قام جاوس (١٧٧٧ - ١٨٥٥) بحل مشكلة تعيين مدارات
المكويكبات حتى أن طريقته يمكن استعمالها حتى الآن بتعديلات
بسيطة فقط .

اكتشف هرشل (١٧٣٨ - ١٨٢٢) يوانيوس أول كوكب
لم يكن معروفا من قبل وفي ١/١/١٨٠١ م . اكتشف پيازي
(١٧٤٦ - ١٨٢٦) « سيرس » أول كوكب ويعتبر هرشل
مؤسسا لعلم الاحصاء النجمي وقد توصل الى الاقتناع بان
النجوم موزعة في نظام عدسي مفلطح .

تميز كل من القرن التاسع عشر والعشرين بتطور ما لدينا من معلومات فلكية الى علم مستقل للفلك يزداد في الاعتماد على نفسه . وفي هذا الوقت عكف « ينزل » على تعيين ثوابت الترنح والسبق والزيغ والانكسار بكل اهتمام ، كما تمكن بالاضافة الى ذلك من تحديد بعد النجم ٦١ - الدجاجة وفي نفس العام أمكن نفس الشيء لكل من النجوم النسر الواقع وألفا قنطورس بواسطة كل من ستروفا (١٧٩٣ - ١٨٦٤) وهندرسون (١٧٩٨ - ١٨٤٤) .

--- في حوالي منتصف القرن التاسع عشر عاصرت الميكانيكا السماوية أكبر نصر لها وذلك باكتشاف الكوكب الجديد نبتون وتم كذلك اكتشاف الكوكب بلوتو الذي تنبأ بوجوده نوفل (١٨٥٥ - ١٩١٦) وكان ذلك في عام ١٩٣٠ .

ترجع الانتصارات الكبيرة للفيزياء الفلكية الى ادخال التصوير الفوتوغرافي في الفلك ، حيث أصبح من الممكن عن طريق ذلك دراسة أجسام خافتة الاشعاع . ينطبق هذا بصفة خاصة على دراسة أطياف النجوم الذي لم يكن ممكنا بدون التصوير الفوتوغرافي ، كذلك فقد نتج أيضا عن طريق ادخال التصوير في فلك المواقع ارتفاع درجة الأرصاد .

تمكن « فراونهوفر » (١٧٨٧ - ١٨٢٦) في عام ١٨١٤ م .

من قياس ٥٠٠ خط من طيف الشمس واستنتج « كيرشوف »
(١٨٢٤ - ١٨٨٧) « وينسون » (١٨١١ - ١٨٩٢ م) من
مقارنة خطوط فراونهوفر بطيف العناصر الأرضية في المعامل ،
وجاءت الدراسات الطيفية للشمس في نهاية القرن التاسع عشر
في أبحاث « رولاند » (١٨٤٨ - ١٩٠١ م) والذي قاس
ما يقرب من ٢٠٠٠ خط طيفي وبمرور الزمن اكتشف تطابق
خطوط أكثر منها مع أطيف العناصر الأرضية .

دخلت عن طريق الدراسات حول المجرات الخارجية ،
أكبر لبنات الكون في مجال الأرصاد العلمية ومن المهم جدا ما تم
اكتشافه من أن طيف المجموعات النجمية له إزاحات حمراء
تناسب مع المسافة بيننا وبين هذه المجموعات وتم تفسير تلك
الإزاحة بتمدد الكون كما نشأت من نظرية النسبية لاينشتين
(١٨٧٩ - ١٩٥٥ م) . نماذج نظرية للكون مثل الذي قدمه
« دي سيتر » (١٨٧٢ - ١٩٣٤) و « فريدمان »
(١٨٨٨ - ١٩٢٥ م) .

دخل فرع جديد للفلك في النصف الأول من القرن العشرين
وهو دراسة مادة ما بين النجوم فقد استطاع « وولف »
(١٨٦٣ - ١٩٣٢) على أساس تعدد النجوم اثبات وجود مادة
داكنة بين النجوم تمتص الضوء . كذلك تمكن « هارثمان »
(١٨٦٥ - ١٩٣٦) في عام ١٩٠٤ م . اعطاء الدليل على

وجود مادة غازية انضمت فيما حصل عليه من خطوط الكالسيوم
الثابتة .

يعد الفلك الراديوى أحد الفروع الحديثة في الفيزياء
الفلكية ويرجع بداية الفلك الراديوى الى الأرصاد التى قام
بها « باتسكى » فى عام ١٩٣٢ م .

نشأ مجال بحث جديد للأرصاد الفلكية بإدخال الصواريخ
وسفن الفضاء وأمكن عن طريق الامكانية الجديدة اطالة النطاق
الطيفى بحيث يشمل مناطق الاشعاع فوق البنفسجى والسينى
وأتسعة جاما وفوق هذا أصبحت القياسات المباشرة ممكنة فى
منطقة ما بين الكواكب وفى الغلاف الجوى وفوق سطح
الكواكب القريبة من الأرض وعلى سطح القمر .



لتعيين موقع نجم ما على سطح الكرة السماوية ، يلزم أن
يتوافر لدينا احداثيان فقط ، وتختلف تسميتها باختلاف المستوى
الأساسى لهذين الاحداثيين ، فاذا كان المستوى الأساسى هو
مستوى الأفق ، فان الاحداثيين اللازمين لتعيين موقع النجم
هما ، الاتجاه والارتفاع ، واذا كان المستوى الأساسى هو
الاستواء السماوى أو دائرة معدل النهار فان الاحداثيين هما
الزاوية الساعية والميل ، المطلع المستقيم ، واذا كان المستوى
الأساسى هو مستوى الدائرة الكسوفية فان الاحداثيين هما

الطول والعرض وإذا كان المستوى الأساسى هو مستوى المجرة
فان الاحداثيين هما الطول والعرض المجريين •

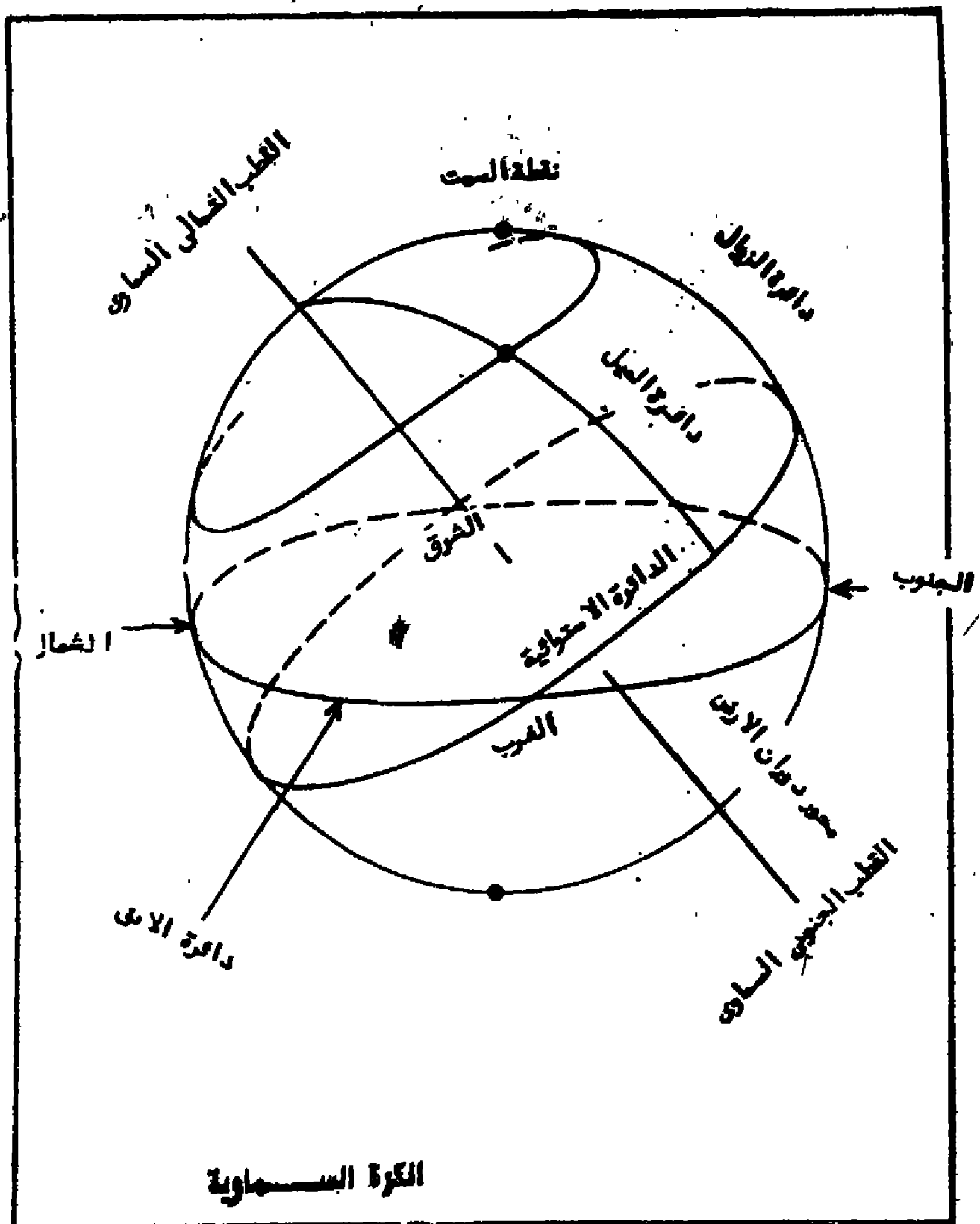
الأفق :

المستوى المماس لمكان معين على سطح الأرض اذا امتد
فانه يقطع الكرة السماوية فى دائرة عظمى تسمى بدائرة الأفق
وهذه الدائرة تمر بالنقط الأصلية هى الشمال والشرق والجنوب
والغرب • والأفق ينصف الكرة السماوية الى نصفين النصف
الشمالى ويشمل القطب الشمالى ، والنصف الجنوبى ويشمل
القطب الجنوبى شكل (رقم ٧)

السمت والنظير :

الاتجاه العمودى على الأفق يقطع الكرة السماوية فى
نقطتين الأولى والواقعة فوق الأفق تسمى بنقطة السمت والثانية
والواقعة تحت الأفق تسمى بنقطة النظير شكل (رقم ٧) •

وحيث أن الأرض كروية الشكل تقريبا فان اتجاه السمت
لا يخرج عن كونه اتجاه الخط الواصل من مركز الأرض
الى المكان •



شكل (رقم ٦٧)

دائرة الاستواء السماوية :

امتداد مستوى دائرة الاستواء الأرضي يقطع الكرة السماوية في دائرة عظمى تسمى بدائرة الاستواء السماوية وتقطع الدائرة الاستوائية دائرة الأفق في نقطتين هما الشرق والغرب شكل (رقم ٧) •

ميل الجسم السماوي :

تقطع الدائرة العظمى المارة بالنجم س والقطب الشمالى خط الاستواء السماوي في نقطة (د) ، فالبعد بين النقطة (د) والجسم (س) يسمى بميل النجم (س) . وهو ميل شمالى (+ س) اذا كان بين القطب الشمالى والاستواء وهو ميل جنوبى مثل النجم (ن) حيث أن موقعه بين الدائرة الاستوائية والقطب الجنوبى ويرمز الى هذه القيم بالرمز (- ك) •

وميل النجم ثابت المقدار خلال الحركة اليومية للسماء ، فترسم النجوم عليها دوائر صغيرة وهمية موازية لخط الاستواء ، وللتعرف على موقع النجم فى السماء ، يلزم التعرف على خط زوال النجم ، أى أن الدائرة العظمى المارة بالقطبين وموقع النجم بالنسبة الى دائرة نصف النهار المارة بالقطبين وبموقع القطبين - الزاوية المحصورة بين هاتين الدائرتين هى العنصر الاحداثى الآخر المطلوب معرفته لتحقيق موقع النجم -

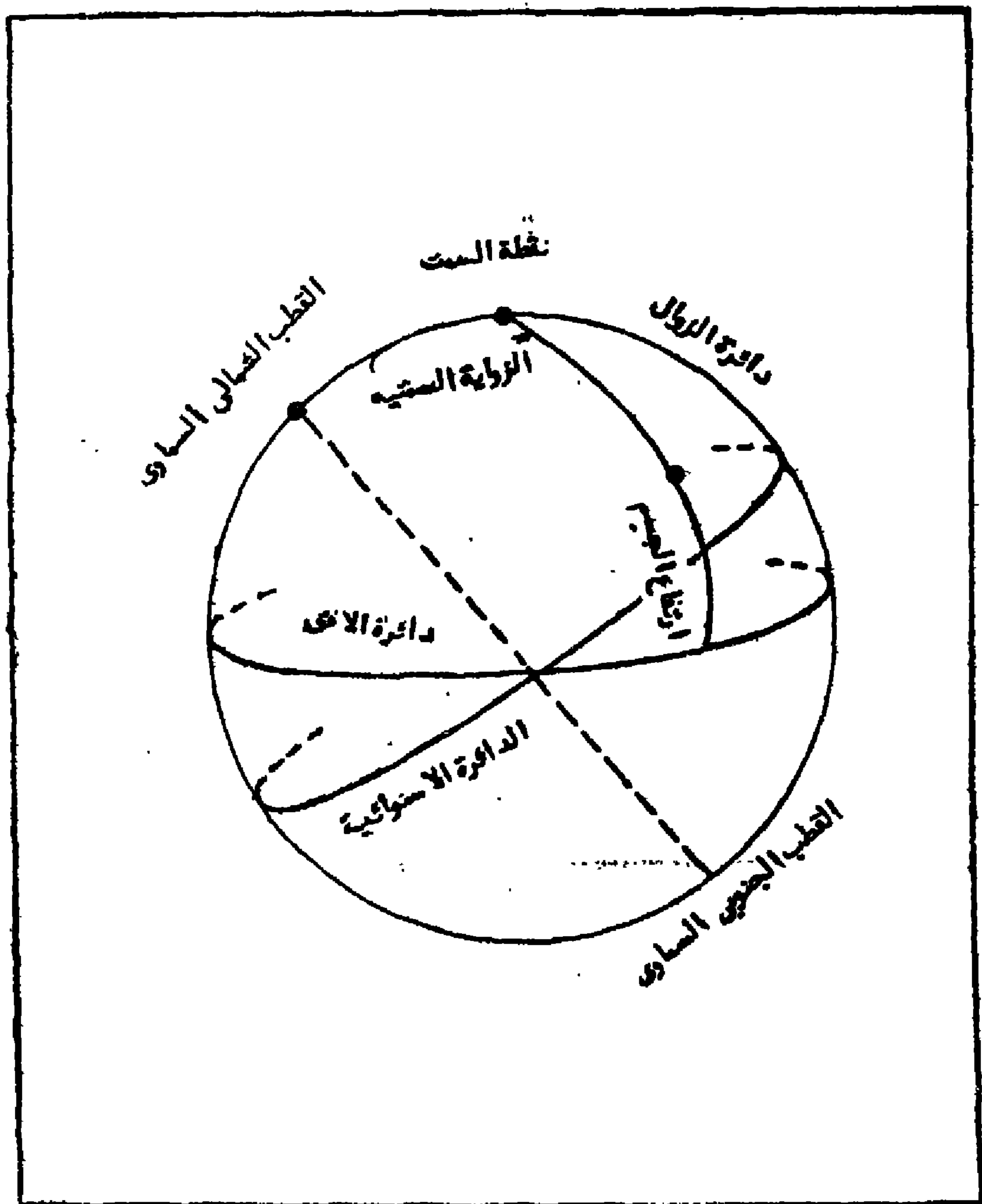
تسمى هذه الزاوية بالزاوية الساعية للنجم وهي مقيسة على الاستواء السماوى من الجنوب نحو الغرب - وتتغير قيمتها من الصفر عندما يعبر النجم خط نصف النهار أو الزوال الى ٢٤ ساعة عندما يعود مرة ثانية الى خط الزوال شكل (رقم ٧) .

دائرة الزوال :

يقطع مستوى خط الطول المار بمكان ما على سطح الأرض الكرة السماوية في دائرة عظمى تسمى بدائرة الزوال أى أن الدائرة العظمى المارة بالقطب الشمالى وسمت الرأس والنظير والقطب الجنوبى وتقطتى الشمال والجنوب تسمى بدائرة نصف النهار . وهذه الدائرة رأسية لأنها عمودية على الأفق في تقطتى الشمال والجنوب . وإذا فرض وجود جسم سماوى (س) فإن الطول القوس الواصل بين نقطة سمت والجسم السماوى (س) هو عبارة عن تمام ارتفاع الجسم عن دائرة الأفق . ويقاس الارتفاع من صفر على الأفق الى ٩٠ عند السمت شكل (رقم ٨) .

الزاوية السمتية :

هى الزاوية المحصورة بين نصف النهار والدائرة الرأسية المارة بالنجم (س) وتقاس هذه الزاوية على الأفق من نقطة الشمال الى قدم الدائرة الرأسية والمارة بالنجم شرقا أو غربا



شكل (رقم ٨)

إذا كان النجم في الجزء الشرقي من الكرة السماوية أو في جزئها الغربي شكل (رقم ٩) •

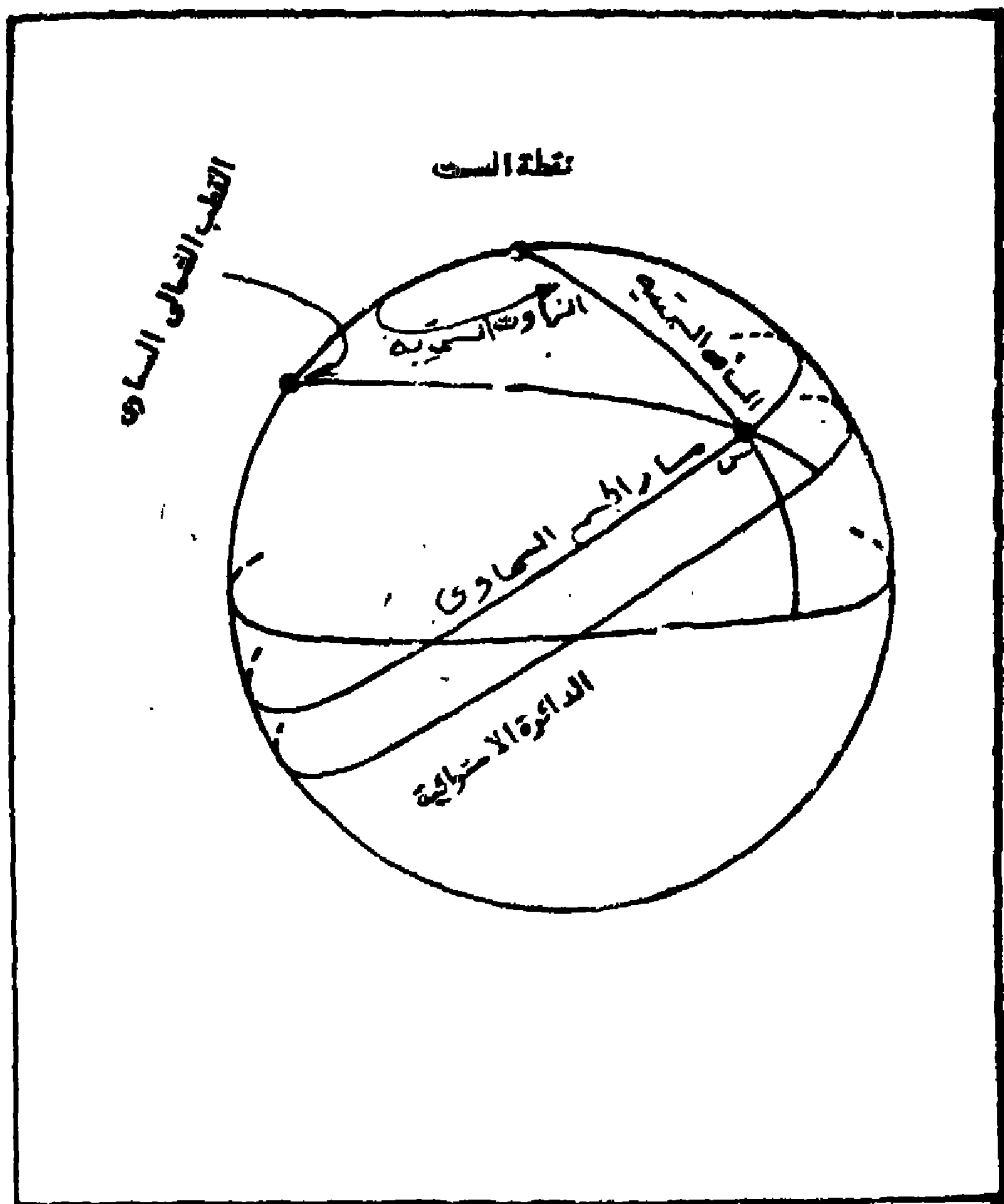
أما رجال الملاحة فيعبرون عن هذه الزاوية بزاوية الاتجاه وهي مقيسة من نقطة الشمال شرقا أو غربا الى قدم الدائرة الرأسية المارة بالنجم •

القطب السماوى :

إذا رسمنا من مكان على سطح الأرض اتجاها يوازي محور دوران الأرض فان هذا الاتجاه سيكون فى مستوى دائرة الزوال وإذا مددنا هذا الاتجاه فانه سيقابل الكرة السماوية فى نقطتين الشمالية تسمى بالقطب الشمالى السماوى والجنوبية فيها (لا ترى فى النصف الشمالى) وتسمى بالقطب الجنوبى •

المطلع المستقيم :

ويرمز للمطلع المستقيم بالحرف الأغريقى α وهو مقيس نحو الشرق من أول نقطة الحمل وهي احدى نقطتى تقاطع دائرة البروج ومعدل النهار حتى تقاطع دائرة الميل مع الاستواء السماوى شكل (رقم ١٠) •



شكل (رقم ٩)

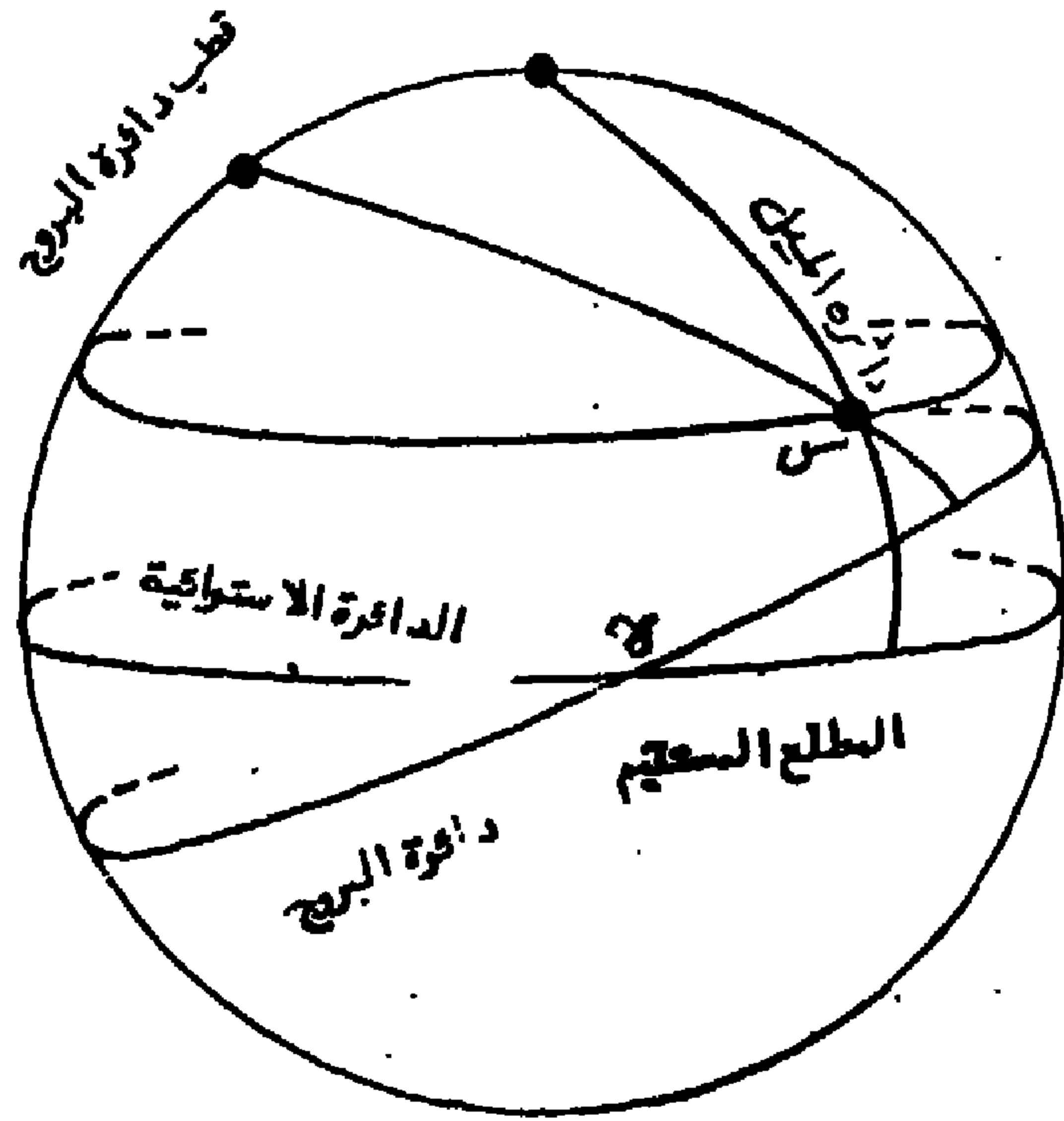
دائرة البروج او الدائرة الكسوفية :

هذه الدائرة هي مسار الشمس الظاهري حول الأرض ،
والاحداثيان في هذه الحالة هما طول النجم (X) مقيسا من
♌ حتى تقاطع دائرة الطول للنجم مع دائرة البروج
أما عرض النجم (B) فهو ارتفاعه عن دائرة البروج وهذا
الاحداثيان هما يمثلان الطول والعرض لمكان ما على سطح
الأرض باعتباره ♌ مبدأ الأطوال وتسميان بالاحداثيين
البروجيين شكل (رقم ١١) .

الشمس تبدو كما لو كانت تتحرك على الدائرة الكسوفية
في فترة سنة من الغرب الى الشرق وهذه الدائرة تميل على
دائرة خط الاستواء السماوية زاوية قدرها 23.5° تقريبا -
نلاحظ من الشكل أن ميل الشمس يتغير خلال هذه الحركة
السوية الظاهرية - فحينما تكون الشمس في الاتجاه ♌
أو الاتجاه (N) يكون ميلها يساوى صفرا - في حين عندما
تكون الشمس في الاتجاه (أ) يكون ميلها مساويا
لـ $+ 23.5^\circ$ أي شمال دائرة الاستواء السماوية - وحينما
تكون الشمس في الاتجاه (هـ) يكون ميلها مساويا لـ $- 23.5^\circ$
أي جنوب دائرة الاستواء السماوية شكل (رقم ١١) .

والنقطة ♌ احدى نقطتي تقاطع الدائرة الكسوفية مع
دائرة الاستواء السماوية من الجنوب الى الشمال أهمية خاصة
في علم الفلك للأسباب الآتية :

التطبيقات السطحية



شكل (رقم ١٠)

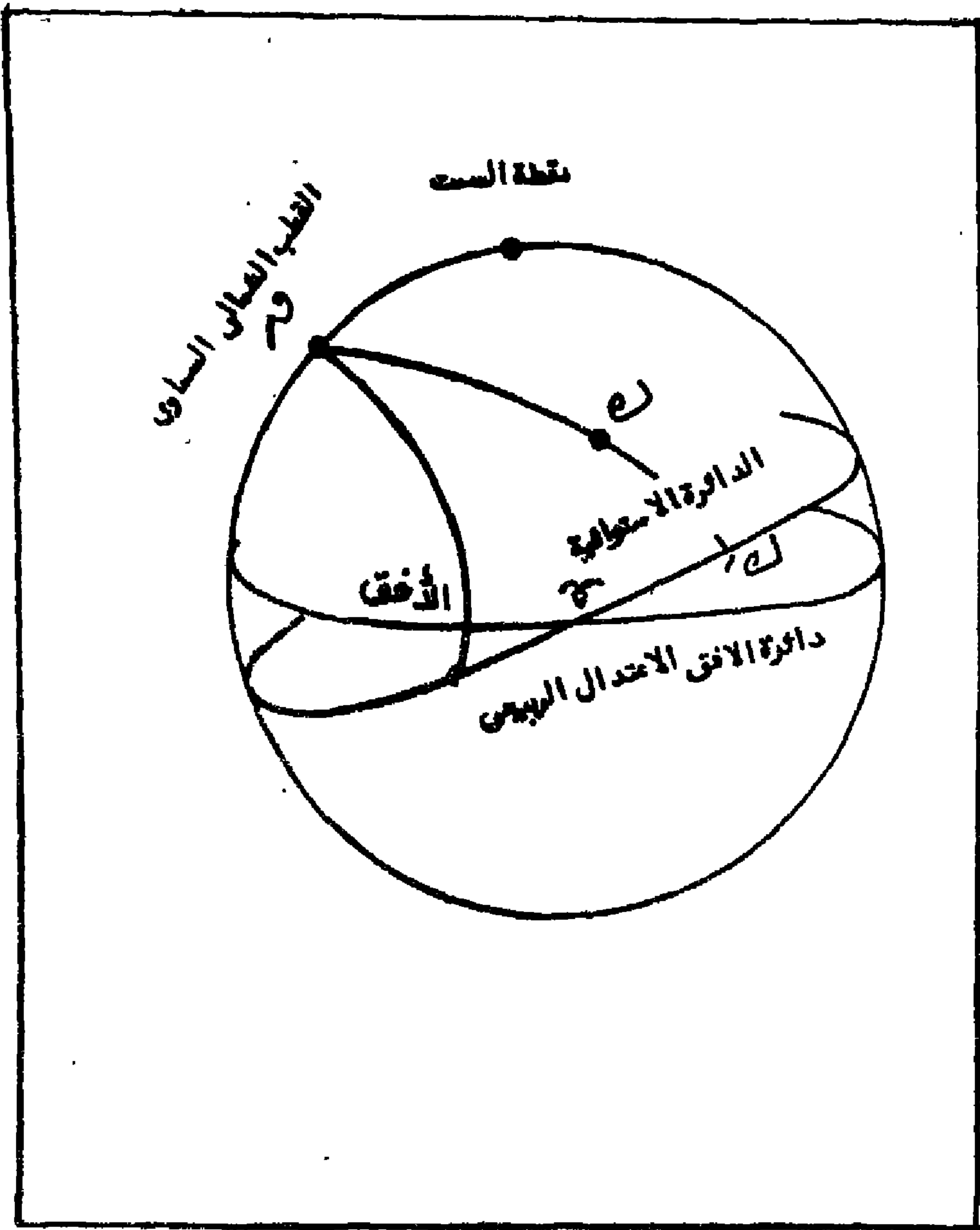
١ - الحركة اليومية للنقطة γ :

النقطة γ لا تخرج عن كونها اتجاهها في الكرة السماوية وتسمى بنقطة الاعتدال الربيعي وهي الموقع الذي فيه يتغير ميل الشمس ميل جنوبي الى ميل شمالي وهي أيضا نقطة الأصل في قياس المطالع المستقيمة للنجوم شكل (رقم ١٢) .

٢ - اليوم النجمي والوقت النجمي :

اتفق العلماء على اعتبار النجم γ كمقياس للوقت النجمي الذي يعرف بأنه زاوية الساعة للنجم γ . فمثلا حينما تكون زاوية الساعة للنجم γ مساوية ٥ ساعات نقول أن الوقت النجمي يساوي الساعة الخامسة وهكذا وتبعا لذلك يبدأ اليوم النجمي حينما يكون الوقت النجمي مساويا لصفر ساعة أي يبدأ حينما يكون النجم γ في حالة عبور علوي .

اذن التوقيت النجمي في جرينيش = الوقت النجمي في المكان \mp طول المكان (الاشارة الموجبة اذا كان المكان غرب جرينيش والسالبة اذا كان شرقها) والزمن النجمي للمكان النجمي للمكان يسمى بالتوقيت النجمي المحلي .



شكل (رقم ١٢)

الأجسام السماوية :

الأجسام السماوية هي تلك الأجسام التي نراها في السماء
بالعين المجردة أو بمساعدة المناظير الفلكية ويمكننا تقسيم هذه
الأجسام الى نوعين :

(أ) النجوم :

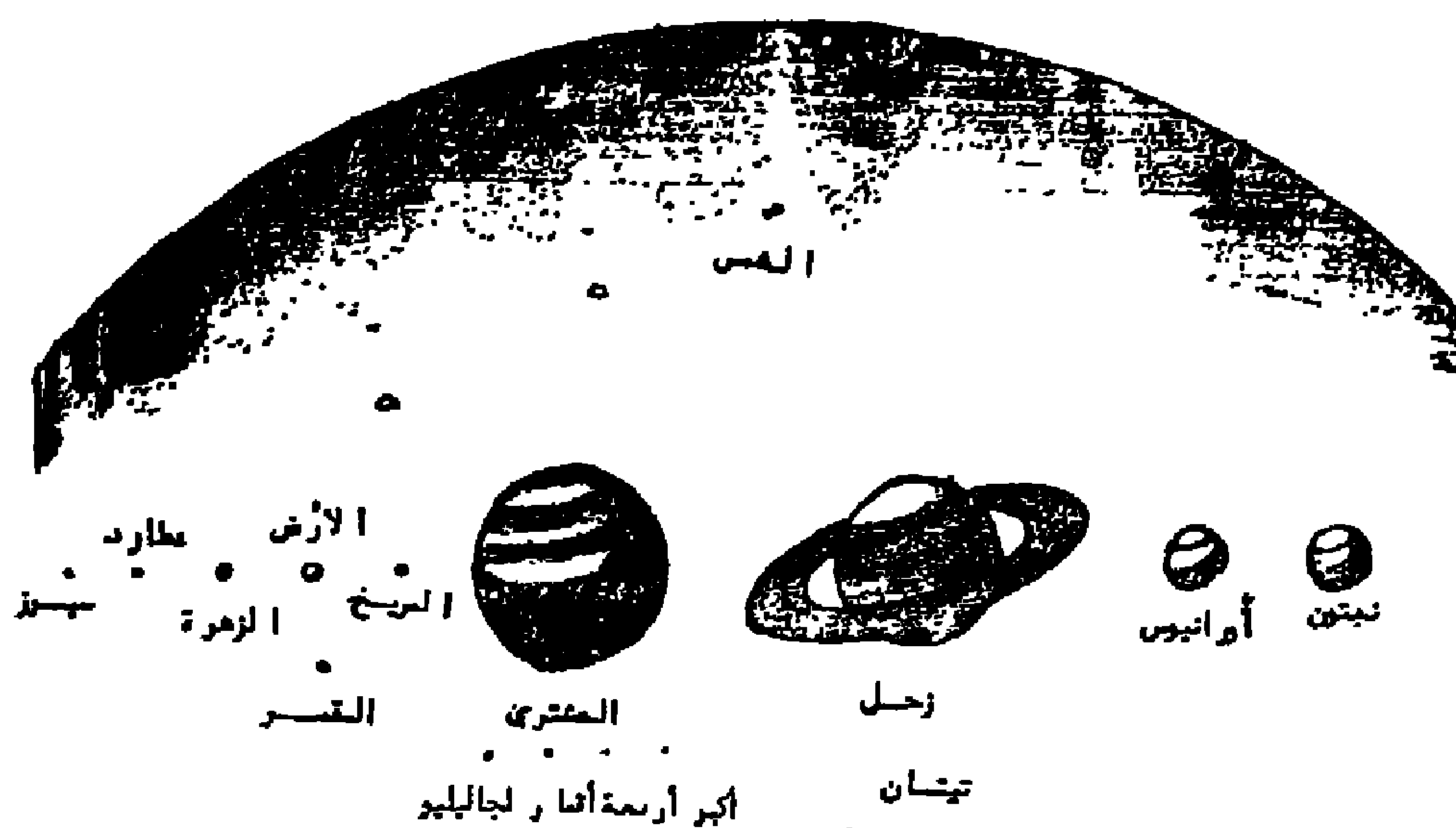
التي تكون الغالبية العظمى من الأجسام السماوية وهي
عبارة عن أجسام مضيئة من نفسها (اضاءة ذاتية) والشمس
تعتبر نجما ضمن هذه النجوم .

(ب) الكواكب وتوابعها :

هذه الأجسام التي تعتبر أرضنا والقمر من ضمنها .
لا تضيء من نفسها (اضاءتها غير ذاتية) مثل النجوم ولكنها
تسند ضوءها من الشمس ولذلك فهي تعتبر تابعة للشمس ،
وعادة يطلق على الشمس والكواكب اسم العائلة الشمسية
أو المجموعة الشمسية شكل (رقم ١٣) .

الأبعاد الفلكية :

الأجسام السماوية تقع على مسافات شاسعة جدا من
الأرض فمثلا القمر الذي يعتبر أقرب الأجسام السماوية إلينا
على بعد ٣٨٠ ألف كيلو متر من سطح الأرض والشمس تبعد



الحجسم الشمس والنسب والنسب والنسب

شكل (رقم ١٣)

بمقدار ١٥٠ مليون كيلو متر عن الأرض والمريخ الذى يعتبر كوكبا من كواكب المجموعة الشمسية يبعد عن الأرض بمسافة تتغير من حوالى ٧٥ مليون كيلو متر الى ٣٧٥ مليون كيلو متر وبلوتو الذى يعتبر أبعد كوكب من كواكب المجموعة الشمسية يبعد عن الأرض بحوالى ٦٠٠ مليون كيلو متر .

وهذه الأبعاد التى تبدو كبيرة جدا تعتبر فى الواقع صغيرة جدا بالنسبة لأبعاد النجوم عن الأرض فمثلا بعد أقرب نجم من الأرض يقدر بحوالى ٤٥ مليون مليون كيلو متر فى حين أن أحد النجوم التى أمكن رؤيتها بواسطة منظار بالومار بأمريكا أكبر منظار فلكى فى العالم يبعد عن الأرض بحوالى ٢٠ ألف مليون مليون كيلو متر وبذلك فإن وحدة الكيلو متر لا تسعف الفلكى فى تقدير المسافات ولذلك قاموا باختيار وحدات أكبر من ذلك بكثير مثل :

الوحدة الفلكية :

نرى مما تقدم أن أبعاد الكواكب فى المجموعة الشمسية تقدر بملايين الكيلو مترات فى حين أن أبعاد النجوم تقدر بملايين ملايين الكيلو مترات أو ببلاتين بلايين الكيلو مترات ، ولقد وجد انه من الأنسب أن نغير وحدة الأطوال اذ أن الكيلو متر يعتبر وحدة صغيرة جدا بالنسبة لأبعاد الكواكب والنجوم .

ولقد اتفق على اعتبار بعد الأرض عن الشمس كوحدة
للطول في المجموعة الشمسية . أى أننا حينما نذكر بعد الكواكب
عن الأرض لا نذكرها بالكيلو مترات ، ولكننا نذكرها بالنسبة
لبعد الأرض عن الشمس كوحدة ، وهذه الوحدة تسمى وحدة
الطول الفلكية وهى تقدر بحوالى ١٥٠ مليون كيلو متر ، فعادة
نقول أن بلوتو يبعد عن الأرض بحوالى ٣٩٥ وحدة فلكية
والمريخ يبعد عن الأرض بمسافة تتغير بين نصف وحدة فلكية ،
 $2\frac{1}{2}$ وحدة فلكية وبالطبع فالشمس تبعد عن سطح الأرض
بمقدار وحدة فلكية واحدة .

السنة الضوئية :

هذا عن الأبعاد في المجموعة الشمسية أما عن أبعاد النجوم
فلقد وجد أن الوحدة الفلكية ما زالت وحدة صغيرة بالنسبة
لأبعاد النجوم فمثلا بعد أقرب نجم إلينا يقدر بحوالى $4\frac{1}{2}$ مليون
وحدة فلكية ، فعادة أبعاد النجوم تقدر بملايين وملايين ملايين
الوحدات الفلكية فلكى تتفادى ذكر هذه الأرقام الكبيرة حينما
نذكر أبعاد النجوم وجد أننا من الأنسب أن نختار وحدة طول
أكبر من الوحدة الفلكية وهناك وحدات اخيرت لهذا الغرض
نذكر منها السنة الضوئية وهذه الوحدة هى المسافة التى يقطعها
الضوء فى مدة سنة ، فإذا علمنا أن سرعة الضوء ٣٠٠ ألف
كيلو متر فى الثانية وأن السنة تساوى $365\frac{1}{4}$ يوما أى

٨٧٦٦٠٠ ساعة أى ٣١ مليون ثانية وجد أن الضوء بقطع
مسافة ٣٠٠٠٠٠ × ٣١ × ١٠٠٠٠٠٠ كيلو متر فى السنة أى
حوالى ٥٩ مليون مليون كيلو متر ٦٣٠٠٠ وحدة طول
فلكية . وعادة نقول أن بعد أقرب نجم من الأرض يقدر
بحوالى ٤٢ سنة ضوئية فى حين أن بعد أبعد نجم صور
بأكبر منظار فلكى فى العالم يقدر بحوالى ٢٠٠٠ مليون سنة
ضوئية أى أن الضوء الذى نراه من أقرب نجم إلينا ترك هذا
النجم من حوالى ٤٢ سنة أو بمعنى آخر الضوء الذى نراه
الآن من هذا النجم قد ترك هذا النجم فى سنة ١٩٨٩ م .
(عام تأليف الكتاب ١٩٩٣ م) .

البارسك :

ومن ناحية أخرى ، فإن الفلكيين عادة ما يعبرون عن
المسافات بدلالة وحدة أخرى تسمى البارسك وهى مسافة نجم
له زاوية اختلاف منظر قدرها ثانية قوسية واحدة كما يرى من
الأرض ، والبارسك يساوى ٣٢٦ سنة ضوئية أو (٣١ × ١٠^{١٣}
كيلو متر) وعموما إذا علمنا زوايا اختلاف المنظر بالثوانى
القوسية فإن المسافة (بالبارسك) يمكن الحصول عليها من
مقلوب قيمة الزاوية ومثال ذلك :

النجم	اختلاف المنظر (ظ)	مسافة النجم (ف) بالبارسك
الفا قنطوري	٧٥ر	$\frac{1}{\frac{1}{33ر}}$
النسر الواقع	١٢ر	$\frac{1}{\frac{1}{8ر}}$
النجم ٦١ في كوكبة الدجاجة	٣٩ر	$\frac{1}{\frac{1}{4ر}}$

من الجدول يتضح أن زاوية اختلاف المنظر (ظ) معبرا عنها بالثواني القوسية بمسافته (ف) بالبارسك بالعلاقة الآتية :

$$\frac{1}{\text{ظ}} = \text{ف}$$

القبة السماوية :

ما سبق تبين أن النجوم والكواكب تبعد عن الأرض مسافات شاسعة جدا وهذه الأبعاد كبيرة لدرجة لا تجعلنا نميز أن تلك النجوم على أبعاد مختلفة بها ظن أنها على نفس الأبعاد

منا وهذا عامل نفسى ينتج من تأثير الأبعاد الكبيرة فمثلا لو كان هناك شخص واقف في الصحراء ورأى جملين على مرمى الأفق على مسافة كبيرة منه لكان من الصعب عليه أن يذكر أى الجملين أقرب له ولكن سيخيل اليه أن الجملين على مسافة واحدة وبالمثل لو كان هناك شخص في عرض البحر ورأى سفينتين أو عدة سفن على مرمى الأفق لكان أيضا من الصعب أن يميز السفينة البعيدة من السفينة القريبة ولكن يبدو له أن جميع السفن على بعد واحد منه .

فبالمثل اذا نظرنا الى السماء حيث توجد النجوم والكواكب على مسافات متفاوتة منا ولكنها كبيرة جدا لدرجة تشعرنا بأنها على نفس المسافة منا أى أن جميع الأجسام السماوية تبدو لنا كما لو كانت على نفس البعد منا أى انها تبدو كما لو كانت موجودة على السطح الداخلى لكرة حيث يوجد الشخص في مركزها - هذه الكرة الوهمية التى يظهر على سطحها الداخلى النجوم والكواكب تسمى بالكرة السماوية أو القبة السماوية . والمواقع على سطح هذه الكرة التى تظهر بها الأجسام السماوية تسمى المواقع الظاهرية للأجسام السماوية . والموقع الظاهري لأنه يختلف عن الموقع الحقيقى فى البعد فقط اذ أن موقع أى جسم فى الفضاء يتحدد بكميين : البعد والاتجاه . وبما أننا لا يمكننا أن نلمس بعد الأجسام السماوية منا فان الموقع الظاهري - يختلف عن الموقع الحقيقى فى خلوه من عنصر البعد.

أى أن موقع النجوم والكواكب على الكرة السماوية
لا يختلف عن كونه اتجاه النجوم والكواكب •

وتبعاً لذلك إذا أردنا أن نتكلم عن المسافة بين موقعي
نجمين على الكرة السماوية لا يمكن أن نتكلم إلا على المسافة
الزاوية التي تعرف بأنها الزاوية بين اتجاهي هذين النجمين
أو البعد الزاوي لقوس الدائرة العظمى الواقعة على الكرة
السماوية والواصل بين هاتين النجمين •

أقدار الأجسام السماوية :

• الأجسام السماوية تختلف عن بعضها البعض في شدة
لمعانها فمثلاً الشمس أشد لمعانا من القمر وبعض الكواكب أشد
لمعانا من النجوم وتختلف النجوم في شدة لمعانها فهناك الخافت
وهناك اللامع وهناك عاملان يتوقف عليهما لمعان النجوم •

العامل الأول - بعد النجم :

فمثلاً إذا كان هناك نجمان لهما نفس اللمعان وأحد هذين
النجمين على مسافة أبعد من الآخر فإن النجم الأبعد سيبدو
لنا أقل لمعانا من النجم الأقرب مع أنهما في الحقيقة متساويان
في اللمعان •

العامل الثاني - اللعان الحقيقي للنجم :

فمثلا لو كان هناك نجمان أولهما يزيد عن الآخر في اللعان
وكان النجمان على مسافة واحدة فان النجم الأول يبدو أشد
لمعانا من النجم الآخر .

مما سبق نجد أن لمعان النجوم والكواكب الذي نراه ليس
مقياسا حقيقيا للمعان هذه الأجسام الحقيقي فمثلا الشمس
التي تبدو لنا أشد لمعانا من كل الأجسام السماوية ليست في
الحقيقة كذلك حيث أن هناك نجوما كثيرة جدا أشد لمعانا من
الشمس ولكن نظرا الى بعدها الشاسع تظهر لنا أشد خفوتا
من الشمس .

ولذا يجب أن نفرق بين لمعان الأجسام الحقيقي ولمعانها
الظاهري فلمعان الجسم السماوي الظاهري هو عبارة عن لمعان
الجسم كما نراه أعيننا وهو كما قلنا يتوقف على اللعان الحقيقي
للجسم وبعد الجسم .

لو مثلنا لمعائين لنجمين بـ ١ ، ٢ ، ٣ فان قدرهما
ق_١ ، ق_٢ يرتبطان بالعلاقة الآتية :

٢١

$$ق_١ - ق_٢ = ٢٥ لو \left(\frac{\text{---}}{١١} \right)$$

وعلى هذا فان كان النجم الثاني ألمع من الأول بمائة مرة

فإن لو (—) تكون مساوية ل (٢) ويكون الفرق في ١١

القدرين مساويا (٥) وهذا كما يتطلب تعريف الأقدار .

الأقدار الظاهرية للأجسام السماوية :

لقد اتفق على اعطاء أرقام تكون مقياسا على شدة لمعان الأجسام السماوية الظاهري وهذه الأرقام تسمى بالأقدار الظاهرية للأجسام السماوية . ولقد اتفق على أن يعطى رقم (٦) لأخفت النجوم التي ترى بالعين المجردة في الليل حينما تكون السماء صافية ورقم (١) لأشد النجوم لمعانا في السماء والأرقام ٢ ، ٣ ، ٤ ، ٥ للنجوم التي تندرج في اللمعان بين أشد النجوم لمعانا وأخفت النجوم التي ترى بالعين المجردة .

بين « السير جون هرشل » في سنة ١٨٣٩ أن لمعان نجم من القدر الأول يبلغ مائة ضعف لمعان نجم من القدر السادس وقد اتضح من المشاهدات العديدة بالعين المجردة أن هذه النسبة قائمة خلال التدرج القياسي للأقدار فالنجوم ذات قدر ما يبلغ لمعانها مرتين ونصف لمعان النجوم ذات القدر التالي المتزايد . هذه هي القاعدة الأساسية للحواس البصرية والتي تسمى بقانون « فيكتر » التي تنص على أن الفرق في الشدة التي تمثل الجزء ذاته من الكل قدرتها الحواس بالتساوي مهما

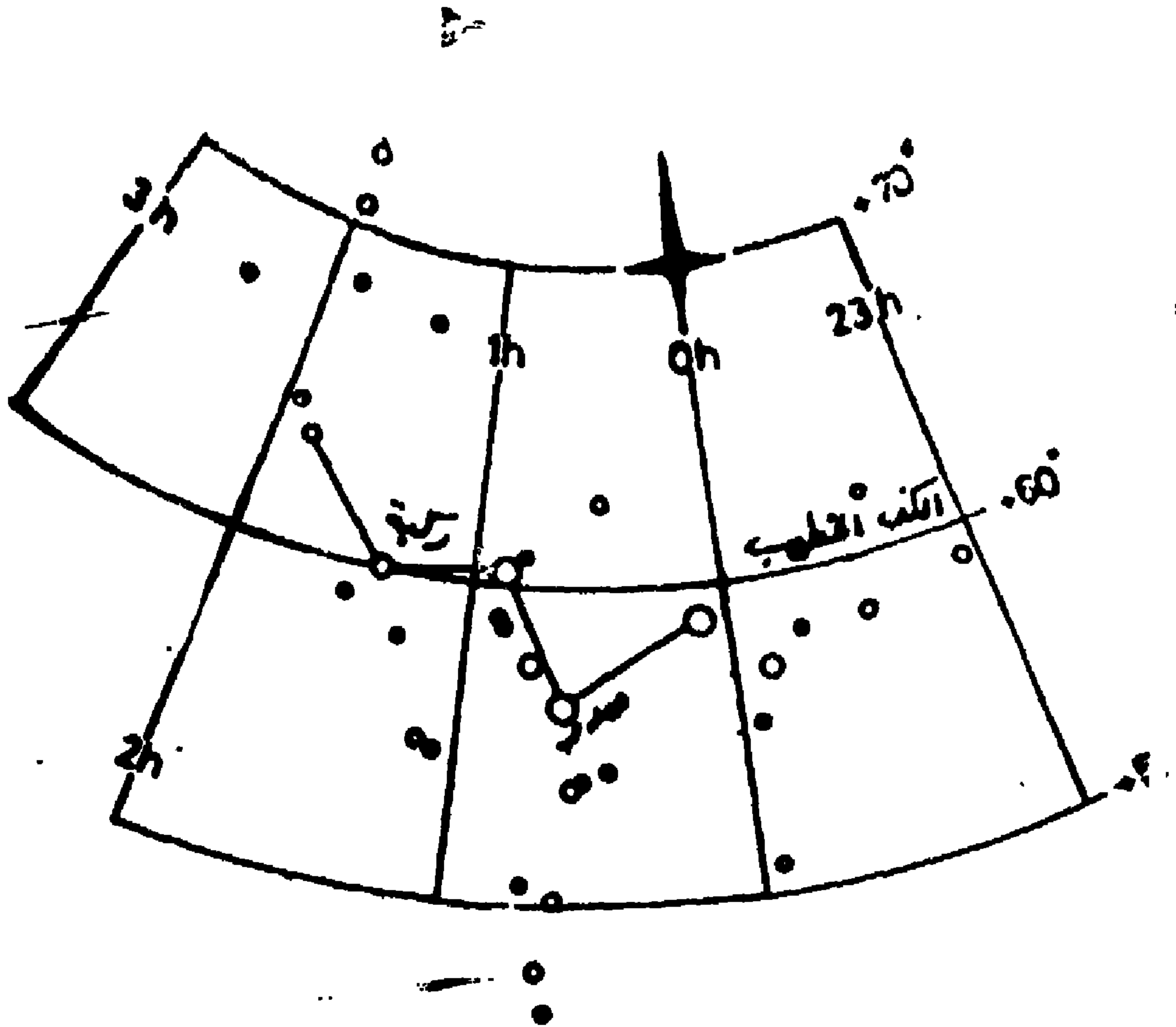
بلغت شدة الكل في الكبير أو الصغر وأن أصغر فرق في اللمعان التي تتمكن العين المدربة على الأرصاد والمشاهدات وفي ظروف موائمة تبلغ ١/١ وعلى هذا الأساس تمكن « بوجسن » في عام ١٨٥٠ من تحديد تدرج الأقدار للنجوم بحيث أن نسبة اللمعان المتبقية تساوي ٢,٥١١٩ (١٠٠) أو الجذر الخمسي للعدد (١٠٠) ووضعت النتائج في جدول كالآتي :

القدر	١	٢	٣	٤	٥	٦
اللمعان	١٠٠	٤(٢,٥١)	٢(٢,٥١)	٢(٢,٥١)	٢(٢,٥١)	١

ولقد وجد بعد هذا الاتفاق أن هناك نجوما أشد لمعانا من النجوم التي اتفق أن يكون قدرها (١) وبعض الكواكب أشد لمعانا من هذه النجوم أيضا ، فاتفق أن يكون قدر هذه النجوم والكواكب أقل من (١) أي صفرا وأعداد سالبة فمثلا :

كوكب المريخ قدره الظاهري ١,٨٠٠ ، كوكب الزهرة ٤,٠٠
القمر ١٢,٥٠٠ ، الشمس ٢٦,٧٠٠

أما عن النجوم الخافتة جدا والتي لا يمكن رؤيتها بالعين المجردة لخفوتها فإن أقدارها تزيد عن الرقم (٦) فمثلا قدر أقرب نجم إلينا عبارة عن ١,٥٠٠ وقد أخفت نجم يمكن تصويره بأكبر منظار فلكي في العالم .



شكل (رقم ١٤)

- ١ - الكف الخطيب نجم قزم يبعد عن سطح الأرض بمقدار ٤٧ سنة ضوئية .
- ٢ - الذى على الركبة يبعد عن الأرض ٧٦ سنة ضوئية .
- ٣ - الذى على الصدر ، ويعتبر هذا النجم من النجوم العملاقة ويبعد عن الأرض بمقدار ٦٥ سنة ضوئية .

المجاميع النجومية :

لسهولة تعريف النجوم التي تظهر في السماء قسم الاغريق والرومان والعرب والصينيين ... الخ . النجوم التي تظهر على الكرة السماوية الى مجموعات وأعطوا كل مجموعة اسما فمثلا هناك مجموعة الدب الأكبر والدب الأصغر وذات الكرسي والجبار والدجاجة والأسد والثور والتوأمين وهكذا ، ولقد قسم إلكمياء النجوم التي تظهر في السماء الى ٤٨ مجموعة أضيف إليها بعد ذلك ٤٢ مجموعة لتشمل جميع النجوم .

ويمكن تشبيه مجاميع النجوم في السماء كمجاميع القارات على الكرة الأرضية أو كمجاميع البطار مثلا ولكن بفارق وهو أن النجوم التي تتبع كل مجموعة ليس لها علاقة ببعضها البعض أي أنها لا تكون مجموعة طبيعية الا في القليل النادر فيجوز جدا أن نجد مجموعة من المجاميع على أبعاد مختلفة ومتفاوتة من الأرض .

ولقد لجأ القدماء الى فكرة المجاميع لسهولة الاستدلال على النجوم كما ذكرنا ولقد أعطيت النجوم التي تتبع مجموعة معينة أحرف لاتينية أو رومانية أو في بعض الأحيان أعداد يتبعها اسم المجموعة والأحرف اللاتينية تعطى عادة بحيث يطلق الحرف

الأول (الفا) لا على أشد النجوم لمعانا في المجموعة ثم
الحرف (بتيا) (B) على النجم الذى يليه لمعانا وهكذا

فمثلا النجم لا في ذات الكرسي أشد لمعانا من
النجم (B) في نفس المجموعة والنجم (B) أشد لمعانا من
النجم لا في ذات المجموعة وهكذا أنظر الشكل
(رقم ١٤) •

وكما يمكن تمثيل القسارات والبحار التى على الكرة
الأرضية على خرائط يمكن تمثيل المجاميع التى تنقسم اليها
النجوم على خرائط تسمى بالخرائط الفلكية ولكن الخرائط
الفلكية تختلف عن خرائط الكرة الأرضية في عاملين •

العامل الأول :

الخرائط الفلكية تختلف شكلها باختلاف المكان والزمان
فشكل السماء كما يراه انسان في شهر يوليو بالقاهرة يختلف
أيضا عن شكلها كما يراه انسان في يوليو في نيويورك مثلا
وسنذكر السبب فيما بعد •

العامل الثانى :

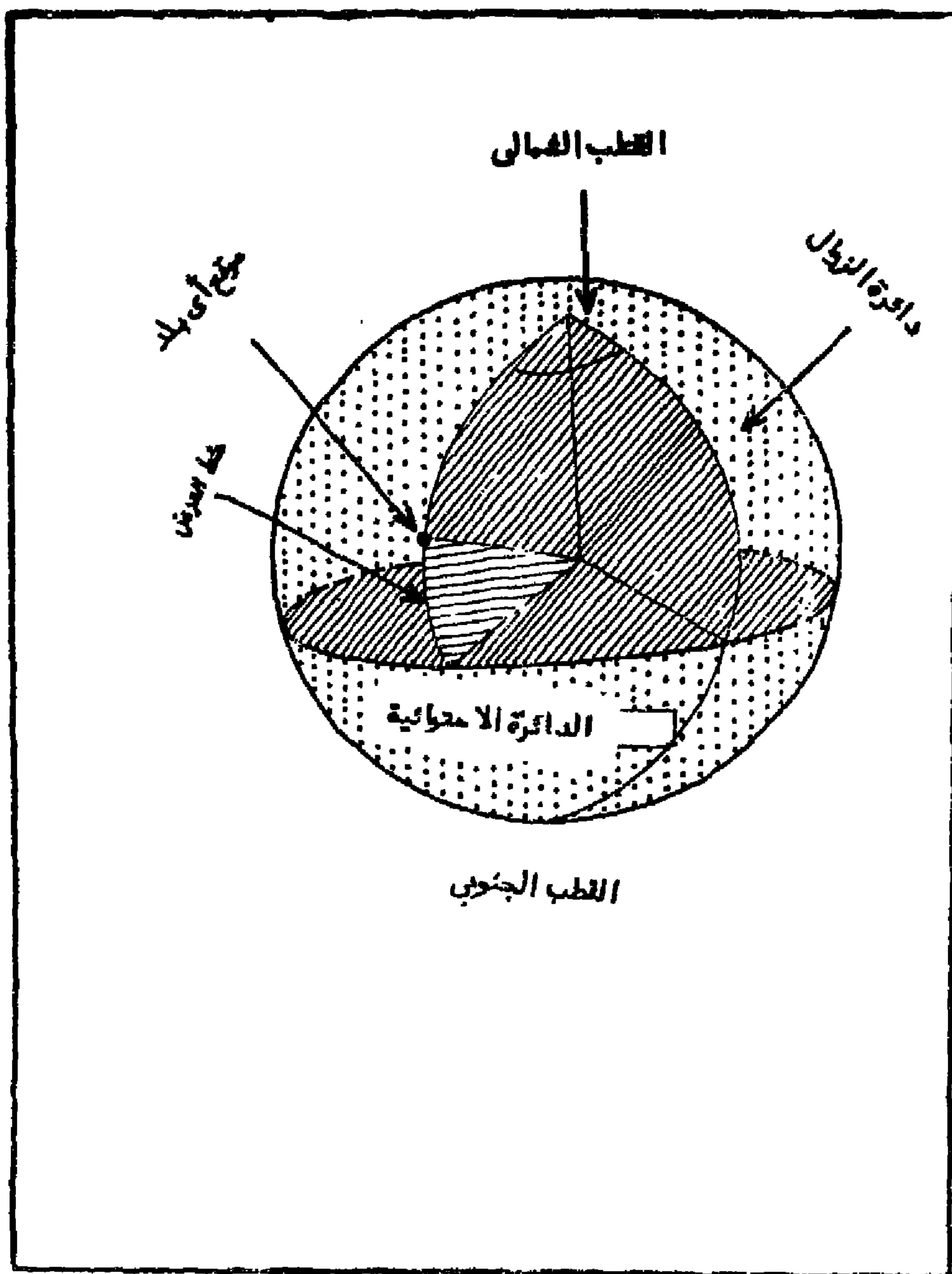
الخرائط الفلكية عبارة عن تمثيل للسطح الداخلى للكرة
السماوية في حين أن خرائط الكرة الأرضية عبارة عن تمثيل

للسطح الخارج للكرة الأرضية وهذا الفرق يعكس اتجاه الشرق والغرب فإذا وجهنا الخريطة في اتجاه الشمال ، ففي حالة الخريطة الفلكية سيكون شرق الخريطة على اليسار وغربها عن اليمين وهذا بعكس خريطة الكرة الأرضية .

خطوط الطول والعرض :

الدوائر العظمى التى يمكن تصورها بأن ترسم على سطح الأرض وتمر بالقطب الشمالى والقطب الجنوبى تسمى خطوط الطول شكل (رقم ١٥) وهناك دائرة عظمى واحدة عمودية على خطوط الطول وتسمى خط الاستواء ومستوى هذه الدائرة عموديا على محور دوران الأرض ويلاحظ أن كل نقطة على خط الاستواء تبعد عن القطب الشمالى بمقدار ٩٠° ونلاحظ أن خطوط الطول على سطح الأرض عبارة عن دوائر عظمى أى أن نصف قطرها يساوى نصف قطر الأرض أى يساوى ٦٤٠٠ كيلو متر وبالمثل خط الاستواء عبارة عن دائرة عظمى نصف قطرها يساوى نصف قطر الأرض ٦٤٠٠ كيلو متر .

قسم الجغرافيون الأرض الى ٣٦٠ خطا أو دائرة وهمية تتجه شمال - جنوب وتلتقى كلها فى القطبين وسميت كما ذكرنا بخطوط الطول وإذا عرفنا أن زاوية مركز الدائرة العظمى ٣٦٠ درجة فسيكون مقدار الزاوية بين كل خط والخط المجاور



شكل (رقم ١٥)

له درجة واحدة والزاوية بين كل خط وخط لا تتغير ولكن المسافة بينهما تختلف حسب الموقع على سطح الأرض أو حسب خط العرض فعند خط الاستواء تبلغ المسافة بين الخطين أقصاها وتقل كلما اتجهنا شمالا أو جنوبا حيث يتلاشى الفرق عند القطبين ويمكن حساب المسافة بين خطي الطول المتجاورين عند خط الاستواء بواسطة قسمة محيط الأرض ومقداره حوالي ٤٠ ألف كيلو متر على عدد الخطوط أي ٣٦٠ خط حيث تحصل الى حوالي ١١١ كيلو متر .

ويطلق على الخط ١٨٠ درجة شرقا أو غربا حيث ينتهي ويبدأ اليوم في آن واحد بخط التاريخ أي خط بداية اليوم . واختار الجغرافيون خطا مارا بقرية جريتش بإنجلترا واعتبروه خط طول الصفر ثم منه شرقا قسموا سطح الكرة الأرضية الى ١٨٠ خطا وكذلك غربا وحيث أن الأرض كروية فخط ١٨٠ شرقا هو في الواقع خط ١٨٠ غربا ويسلغ الفرق بينهما في الزمن والتاريخ يوما كاملا .

المسافر في اتجاه الغرب أي في اتجاه حركة الشمس الظاهرية فهو بذلك يكسب الوقت بقدر خطوط الطول التي قطعها بمعدل ٤ دقائق لكل خط ومثال ذلك اذا فرض أن هناك طائرة سوف تغادر مكان (أ) الساعة الثانية بعد الظهر متجهة الى المكان (ب) الذي يقع غرب المكان (أ) بمسافة

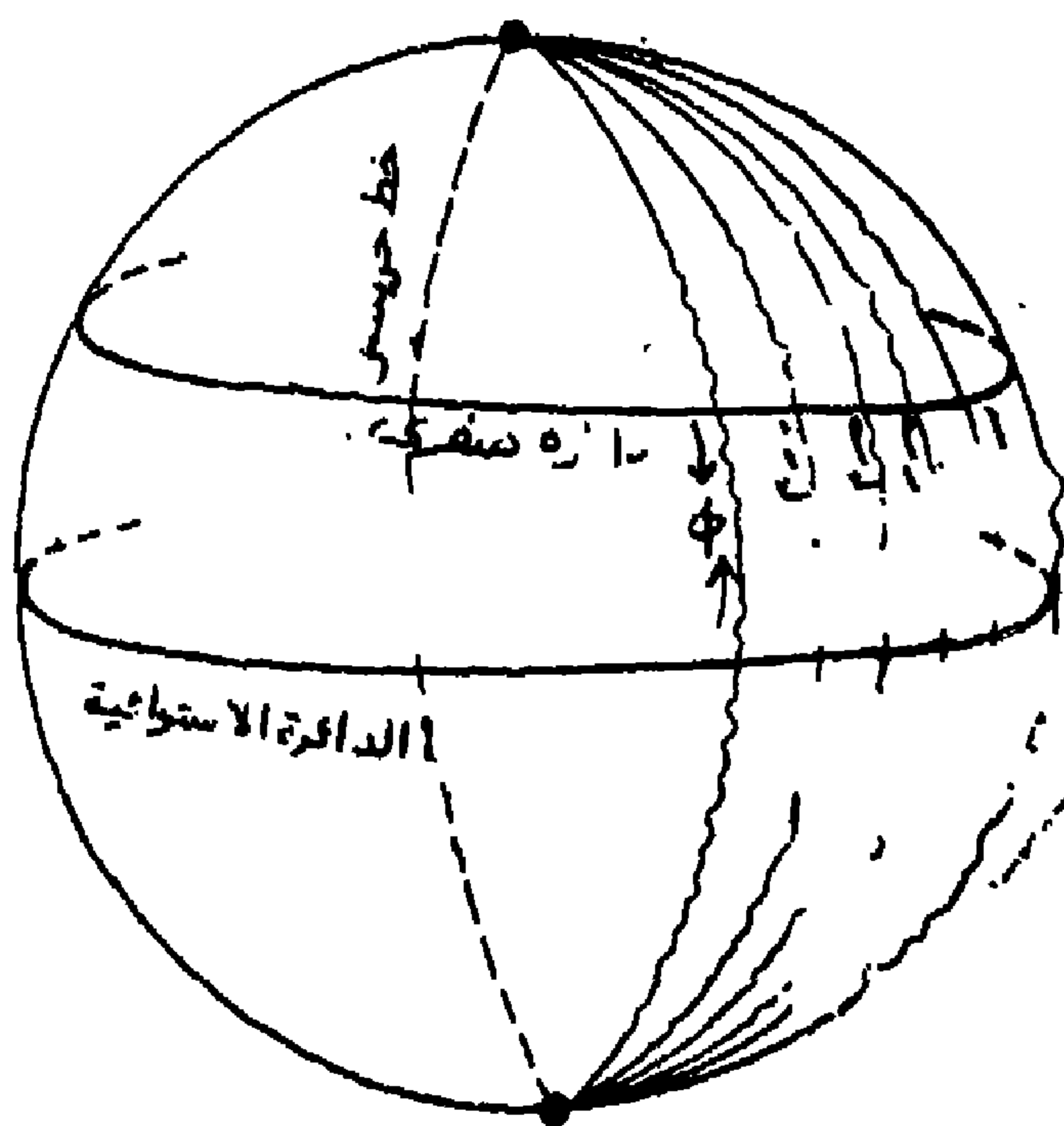
قدرها ١٠٠٠ كيلو متر والفرق بين خطى طوليهما ١٥ درجة
فاذا ما فرضنا أن سرعة الطائرة ١٠٠٠ كيلو متر في الساعة
فسوف تصل الطائرة الى المكان (ب) في الساعة الثانية بعد
الظهر بتوقيت المكان وبذلك يكون المسافر قد كسب ساعة
زمنية .

وقد يبلغ الفرق في الزمن يوما كاملا ومثال ذلك عندما
يقطع الطائرة خط التاريخ متجهة غربا فانها ستكسب يوما
كاملا . أى أن الطائرة اذا قطعت خط التاريخ في نهاية يوم الأحد
مثلا منجد أن اليوم الذى يليه هو الثلاثاء لا الاثنين .

لتعريف موقع مكان ما على سطح الأرض يمكن الاستعانة
بخطوط الطول وخط الاستواء فمثلا لتحديد موقع القاهرة ،
نرمز له بالنقطة (أ) على الكرة الأرضية ، نختار خط الطول
الذى يمر بمدينة القاهرة أى الدائرة العظمى الذى تمر بالقاهرة
والقطب الشمالى . ستقطع هذه الدائرة خط الاستواء في
نقطة (ب) مثلا . المسافة بين النقطتين (أ) ، (ب) تسمى
بزاوية عرض المكان ونرمز لها عادة بالزاوية Φ . وتكون
موجبة اذا كان المكان في شمال خط الاستواء أى واقع بين خط
الاستواء والقطب الشمالى وتكون سالبة اذا كان المكان في
جنوب الاستواء .

نلاحظ أن زاوية عرض المكان بين (صفر + ٩٠) إذا
كان المكان في نصف الكرة الشمالي وبين (صفر ، - ٩٠)
إذا كان المكان في نصف الكرة الجنوبي .

والآن هل تكفى الزاوية Φ وحدها لتعريف موقع مكان
ما على الأرض أو بمعنى آخر إذا قلنا أن زاوية عرض مكان
تساوى Φ هل ذلك نعرف موقع المكان على سطح الأرض ؟
والجواب على ذلك السؤال بالنفي والسبب في ذلك هو أن جميع
الأمكن الواقعة على دائرة صغرى والمارة بالنقطة (أ) وموازية
لخط الاستواء لها نفس خط العرض Φ ، فمثلا المكان
(أ) خط عرضه Φ والمكان ب خط عرضه Φ وهكذا
ومن ذلك نرى أن الزاوية Φ لا تعين المكان (أ) نهائيا ولكنها
تعين الدائرة الصغرى أ_١ أ_٢ أ_٣ .. ولذلك مازال أمامنا مهمة
تعيين النقطة (أ) على الدائرة الصغرى أ_١ أ_٢ أ_٣ .. التي تسمى
عادة باسم دائرة خط عرض المكان (أ) وهى الدائرة الصغرى
التي تمر بالنقطة (أ) وموازية لخط الاستواء . نلاحظ أن
النقط ، ، أ_١ ، أ_٢ ، أ_٣ ، أ_٤ تختلف في موقعها على خط العرض
أو بمعنى آخر خطوط الطول (أ) أ_١ ، أ_٢ ، أ_٣ ، أ_٤ تختلف عن بعضها
البعض فلكى ثبت النقطة (أ) يجب أن نبحث عن كمية أخرى
تعرف بخط طول النقطة (أ) ونفرقه عن خطوط الطول للنقط
أ_١ ، أ_٢ ، أ_٣ ، أ_٤ هذه الكمية يطلق عليها اسم خط طول المكان



شكل (رقم ١٦)

القطب الجنوبي للأرض

(أ) وهى الزاوية بين خط طول المكان (أ) وخط طول مكان ثابت اتفق أن يكون جرينتش بانجلترا ويطلق عليها الحرف (ل) ومن ذلك نرى أن الزاوية (ل) والزاوية Φ يمكن استخدامها فى تحديد موقع مكان ما على سطح الكرة الأرضية شكل (رقم ١٦) •

تعيين خط طول المكان :

خط طول المكان يمكن معرفته بمقارنة الوقت المحلى بالوقت المنطقى أو بوقت جرينتش •

فمثلا اذا كان معنا ساعة عادية أى الساعة التى تعين الوقت المدنى وذهبنا بها الى مكان ما وأمكنا معرفة الوقت المحلى فى لحظة معينة فبمقارنة هذا الوقت بالوقت المدنى ينتج فرق خط طول المكان عن خط طول المنطقة التى بها هذا المكان ومن ذلك نعين خط الطول •

والسؤال الذى يتبادر الى الذهن ، هو كيفية معرفة أو تعيين الوقت المحلى ؟ ... يمكن معرفة الوقت المحلى لأى مكان عند لحظات مختلفة فى النهار وهذه اللحظات هى وقت الشروق ووقت الغروب للشمس • وهذه اللحظات مجدولة فى جداول فلكية لكل يوم من أيام السنة فبمقارنة الوقت المعطى

في هذه الجداول بالوقت الذي تظهره الساعة عند لحظة شروق
أو غروب الشمس يمكننا تعيين خط طول المكان •

عيب هذه الطريقة أن المكان المطلوب حساب خط طوله
يجب أن يكون سهلا منبسطا فمثلا لا يكون هناك جبلا أو ارتفاعا
عند اتجاه الشروق والغروب حتى لا تعوق رؤية ظاهرة الشروق
والغروب • • وهناك عيب آخر وهو انتظارنا للحظة الغروب
أو الشروق حتى يمكننا معرفة خط طول المكان •

ويمكن تعيين خط طول المكان وقت الظهر • حيث أن
لحظة مرور الشمس العلوى على خط الزوال تعرف بوقت الظهر
وهناك جداول لاعطاء الوقت المحلى للظهر الذى لا يخرج
عن كونه :

(الوقت الظاهرى للظهر - الوقت المتوسط للظهر =
معادلة الزمن) •

وبمعرفة الوقت الظاهرى للظهر ١٢ ساعة وكذلك معادلة
الزمن من الجدول • وبمقارنته الوقت المحلى للظهر بالوقت
الذى تعطيه ساعتنا عند لحظة الظهر يمكننا معرفة خط الطول •

ولحظة الظهر هي التى يكون عندها ارتفاع الشمس عن
الأفق أعلى ما يمكن أى طول الظل الملقى على سطح أفقى من

جسم رأسى أقصر ما يمكن وعيب هذه الطريقة أنه من الصعب تعيين لحظة الظهر بالضبط وبجانب ذلك يجب أن تنتظر الى وقت الظهر لتعيين خط الطول .

ويمكن تعيين خط طول المكان من قياس ارتفاع الشمس عند أى لحظة فالوقت المحلى عند أى مكان يتوقف على الزاوية الساعية عند هذا المكان والزاوية الساعية للشمس عند أى مكان تتوقف على ارتفاع الشمس فوق الأفق عند هذا المكان فإذا أمكننا معرفة هذا الارتفاع فانه يمكننا تعيين الوقت المحلى وبمقارنة الوقت المحلى بوقت الساعة نستطيع معرفة خط طول المكان وعموما يمكننا قياس ارتفاع الشمس بقياس نسبة طول الظل الذى يلقيه جسم رأس على مستوى أفقى الى طول الجسم نفسه ويمكننا عمل جداول تعطى الوقت المحلى اذا أعطينا هذه النسبة ، وهذه الطريقة خالية من العيوب المذكورة فى الطرق السابقة .

ويمكننا أيضا تعيين خط طول المكان باستخدام ما يسمى باستتار النجوم وراء القمر فالقمر يدور حول الأرض دورة كاملة فى مدى $\frac{1}{3}$ ٢٧ يوما بالنسبة لما وراءه من خلفية من النجوم ، فهو يتحرك شرقا فى السماء بمعدل يزيد قليلا عن نصف درجة قوسية فى كل ساعة واننا نشاهده ليلا والنجوم تستتر

وراءه حيث تختفى فجأة وتعود بعد مضي وقت قصير الى الظهور فجأة أيضا ، هذه الظاهرة اللحظية التي تسفى أحيانا بالطمس والبزغ تنشأ من انه ليس للقمر غلاف جوى مثل الغلاف الجوى للأرض يطمس اشعاع النجم تدريجيا حتى يستتر وراء جرم القمر وهناك علاقة رياضية تربط بين موقع القمر في السماء وموقع الراصد على سطح الأرض بافتراض أن مواقع النجوم معروفة بدقة عالية ، ولقد استخدمت بأرصاد النجوم فيما سبق للتعرف على الفرق في الطول بين الأماكن المختلفة على سطح الأرض ولكن أرصاد الاشارات الزمنية اللاسلكية الحديثة جعلت طريقة الاستتار طريقة بالية بطل استعمالها في تعيين طول المكان .

ومواقع القمر في لحظة ما معروفة بدقة عالية وفقا لنظريات الديناميكا السماوية للأجسام الثلاثة ويسجل هذه المواقع في التقاويم الفلكية في كل ساعة من ساعات اليوم ومن هذه المواقع وموقع نجم ما يحصل على ظروف استتار هذا النجم بدقة كافية، ومن المنتظر أن تتفق مواقيت الأرصاد والمشاهدة مع المواقيت المستنتجة من الحساب وفقا للنظرية والواقع أن أرصاد الاستتار تبين أن الطول المتوسط للقمر المستتج من الأرصاد يقل عن قيمته النظرية في (١٩٤٤) بمقدار ثانية واحدة قوسية واثنا نعزو هذا الفرق الى تغير في دورة الأرض حول محورها هذه

الدورة التي تعتبر الأساس في قياس الزمن • ومن هذا يتبين لنا أهمية أرصاد الاستتار لأن التغير في دورة الأرض غير ثابت على مر الزمن والأجيال •

يجب أن نتذكر هنا أن جميع الطرق المشروحة لتعيين خط الطول لا تخرج عن كونها تقريبية إذ أن القيم المعطاه في الجداول الفلكية المستخدمة في تعيين خطوط الطول تعتمد في الدرجة الأولى على خط الطول والعرض ما عدا وقت الظهر الذي يتوقف على خط الطول فقط اللذان لا تعرفهما ولكن سوف لا يكون الخطأ كبيرا بل وسوف لا يتعدى عدة دقائق قوسية إذا استعملنا الجداول المبنية على أساس خطوط العرض ٩٠ شمال وخط الطول ٣٠ شرق •

تعيين خط العرض أثناء الليل :

نلاحظ من الشكل أن الاتجاه (م ق) يميل مع الاتجاه (م س) زاوية تساوي $90^\circ - \Phi$ درجة عرض المكان أي أن الزاوية بين السميت والقطب الشمالي السماوي تساوي $90^\circ - \Phi$ ، ولكن السميت يبعد عن الأفق بمقدار 90° ومن هذا تكون زاوية ارتفاع القطب الشمالي السماوي عن الأرض تساوي Φ ومن حسن الحظ أن تصادف أن اتجاه القطب الشمالي السماوي قريب جدا من اتجاه معين يسمى بالنجم

القطبي وهذه الطريقة هي من الطرق التقريبية مع ملاحظة أنه من الصعب تقدير زاوية الارتفاع بالعين المجردة وحتى لو أمكننا معرفة الزاوية بالضبط فإن ذلك غير كاف حيث أن النجم القطبي لا ينطبق تماما على اتجاه محور الأرض ولكنه يختلف عنه قليلا .

وهناك طريقة أخرى لتعيين درجة العرض وذلك لقياس ارتفاع الشمس عند الظهر فوق الأفق حيث أن هذا الارتفاع يساوي $90^\circ - \Phi$ ، فإذا ما عرفنا ميل الشمس فيمكن تعيين درجة العرض Φ وعيب هذه الطريقة أنه من الصعب تعيين الارتفاع الى أقرب درجة وبجانب ذلك من الصعب تعيين لحظة الظهر بالضبط .

مساحة الأرض :

إذا اعتبرنا الأرض على شكل كرة ونصف قطرها ٦٤٠٠ كيلو متر وباستخدام القوانين الرياضية فسوف نجد أن مساحة الأرض ٥٠٠ مليون كيلو متر مربع ولو قمنا بتوزيع هذه المساحة بالتساوي على جميع سكان الأرض لحصل الشخص الواحد على خمسة هكتارات من الأرض اليابسة وحوالي ٢٥ هكتار من الأرض المعمورة بالماء ، والانتاج الذي تغطيه خمسة هكتارات لا يكفي لتغذية شخص واحد فقط بل يكفي لتغذية آلاف الناس ومن ذلك فإن التخوف الذي ينتاب بعض

الدول الرأسمالية الذين يدعون العلم ويصرحون بأن عدد سكان الأرض أكثر من اللازم وأن الأرض ستعجز بعد فترة وجيزة عن تغذية هذا العدد من الناس وبالطبع هذا خطأ وسخف كما أظهرنا .

وهناك بعض العلماء يعتقدون في أن الفحم والحديد والبترول سينضب قريباً وهذا كذب أيضاً فلدينا الآن الفحم الأبيض (الكهرباء) والطاقة الشمسية والطاقة النووية ولن تستهلك أبداً المناجم المعدنية كلها .

منازل القمر :

يقول ابن منظور الإفريقي المتوفى سنة ٧١١ هـ ، ١٣١١ م .
في كتاب « نثار الأزهار في الليل والنهار » أنسوا بالقمر لانهم يجلسون فيه للسحر ويهديهم السبل في سري الليل في السفر ويزيل عنهم وحشة الفاسق وينم على المؤذى والطارق فاختاروا في السماء ثمانية وعشرين مجموعة من النجوم الغير بعيدة عن فلك البروج وكذلك فلك القمر لتكون علامات لمسير القمر بصفة أن يدل تقريباً كل أحد منها على موضع القمر في إحدى ليالى الشهر النجمي وسموا هذه المجاميع النجومية فجوم الأخذ أو المنازل للقمر التي وردت في القرآن الكريم .

« هو الذى جعل الشمس ضياء والقمر نورا وقدره منازل
فتعلموا عدد السنين والحساب » •

سور يونس (الآية ٥)

« والقمر قدرناه منازل حتى عاد كالعرجون القديم » •

سورة يس (الآية ٣٩)

ان بعض علماء اللغة قالوا ان التواء منسوب الى طلوع
المنزلة وقت طلوع الشمس لا الى غروبها في هذا الوقت ، وهذا
مخالف لقول أكثر اللغويين وجميع أسحباب علم الهيئة مثل
البيروني وعبد الرحمن الصوفي ومما يثبت على أن التواء منسوب
الى غروب المنازل بالغدوات قول عدي بن زيد العبادي من
شعراء الحيرة المتوفى قبل الهجرة بنحو احدى وعشرين سنة •

يقول الشاعر :

عن خريف سقاه نؤ من

الدلو تدلى ولم توار العراقى

والدلو عند عرب الجاهلية اسم شامل المنزلتين المسماتين
بالفرغ المقدم والفرغ المؤخر والجداول الفلكية التى ظهرت في
القرن السابق للهجرة تبين أن الفرغ المقدم كان يطلع بالقدرات
يوم ٩ مارس بالحساب الشرقى وكان يغرب يوم ٨ سبتمبر ،

أما الفرغ المؤخر فطلوعه مع الفجر كان يوم ٢٢ مارس وغروبه يوم ٢١ سبتمبر ، فاذا ذكر الشاعر في بيته الخريق (وهو أول مطر بعد الصيف) واضح انه أراد بالتؤ ما يكون من الأمطار عند غروب تلك المنزلتين لا عند طلوعها •

يروى أن أربد ارتفعت له سحابة فرمته بصاعقة فاحرقته فقال لبيد يرثيه وكان أخا له ولأمه :

أخشى على أربد الحتوف ولا

أزهب نوء السماك والأسد

والسماك الأعزل (جزء من السنبلة) اسم المنزلة الرابعة عشرة التي كان طلوعها مع الفجر يوم ٤ أكتوبر بالحساب الشرقي وغروبها يوم ٤ ابريل وفي كلا الشهرين الأمطار غزيرة في أواسط جزيرة العرب وبالتالي فهذا البيت لا يكفي أن يكون حجة على أن نوء السماك منسوب الى السقوط أما ذراع الأسد المبسوطة أو الذراع على الاطلاق وهى المنزلة السابعة (جزء من الجوزاء) كان طلوعها يوم ٤ يوليو وغروبها ٣ يناير بالحساب الشرقي وحيث أن المطر ينزل فقط في فصل الشتاء في وسط الجزيرة العربية في ٣ يناير ويتضح حاليا أن نوء الأسد (أو الذراع) غروبه السنوى وقت طلوع الشمس •

وقت الشروق

٢٢ ابريل	٥ مايو « اذا طلع البطن اقتضى الدين »	١٨ مايو	٢١ مايو « اذا طلع الدبران يست القدران »	١٣ يوليو	٢٦ يونيو	٩ يوليو « اذا طلق الذراع تفرق الشراب في كل قاع »	٢٢ يوليو	٤ أغسطس	١٧ أغسطس « لولا طلوع الجبهة ما كان للعرب رفعة »	٢١ أغسطس	١٣ سبتمبر	٢٦ سبتمبر « اذا طلعت العمراء كان الهواء »	٩ أكتوبر
----------	--------------------------------------	---------	---	----------	----------	--	----------	---------	---	----------	-----------	---	----------

وقت الغروب

المنزلة

من الحمل	١٠/٢٢	السرطان أو النطح
من الحمل	١١/٤	البطن بطن الحمل
من الثور	١١/١٧	الثريا أو النجم
من الجبار	١٢/١	الدبران
من الجوزاء	١٢/١٤	القعقة
من الجوزاء	١٢/٢٧	الهنعة
من الجوزاء	١/٩	الذراع
من السرطان	١/٢٢	التسرة
من السرطان	٢/٤	الطرف
	٢/١٧	الجبهة
	٣/٢	الزيرة (الخراسان)
	٣/١٥	الصفرة
	٣/٢٨	العمراء
	٤/١٠	السماك الأعزل

وقت الشروق

١٠/٢٢ « سمر غراء لأنه عند
طلوعه تستتر نضارة الأرض

زينها »

٤ نوفمبر

١٧ نوفمبر

٣٠ نوفمبر « اذا طلع القلب جاء

الشتاء كالكلب »

١٣ ديسمبر « اذا طلعت الشولة

اشتدت على العيال المولة »

« برد الشولة حتى المجوزة

البولة »

٢٦ ديسمبر

٨ يناير

٢١ يناير

٣ فبراير

١٦ فبراير

١ مارس

١٤ مارس

٢٧ مارس

٥ أبريل

وقت الغروب

المنزلة

الغفر

٤/٢٣

الزباني

٤/٢٦

الكليسل

٥/٩

القلب

٥/٢٢

الشولة

٦/٤

النعمائم

٦/١٧

البلدة

٦/٣٠

سعد الذابج

٧/١٣

سعد بلع

٧/٢٦

سعد السعود

٧/٢٩

سعد الاخبية

٨/١١

الفرغ الاول

٨/٢٤

الفرغ المؤخر

٨/٢٧

بطن الحوت أو الرضا

مما تقدم يدل دلالة قاطعة على أن الثور إنما يقال لسقوط
المنزلة في المغرب وقت طلوع الشمس •

إذا البدر تم مع الثريا
أتاك البرد أوله الشتاء

وذلك لأن القمر وقت تمامه وهو وقت استقبال الشمس
يلزم أن يكون في نظير الشمس فإذا فرض وجود القمر في الثريا
أى قبل منتصف برج الثور يسير يكون موضع الشمس قبل
منتصف البرج المقابل له أى برج العقرب وذلك يحدث في أوائل
نوفمبر •

كان العرب القدماء يعرفون منازل القمر ويستخدمونها في
معرفة أحوال الهواء وحوادث الجو في فصول السنة وكانوا
ينسبون تلك الحوادث الى طلوع المنازل وغروبها وقت الفجر
حين تطلع الشمس ومعلوم أن مثل هذا الطلوع أو الغروب
لا يحدث لأى منزلة الا مرة واحدة في خلال السنة بسبب
ما يستوجبه من الأطوال • فان المنزلة المفروضة لكونها قريبة
من فلك البروج الذى هو أيضا فلك الشمس الظاهرى حول
الأرض لا تطلع وقت طلوع الشمس الا بشرط أن يكون متوسط
أطوال نجومها مساويا لطول الشمس وكذلك لا تغرب في ذلك
الوقت الا بشرط أن يكون متوسط أطوالها في نظير طول

الشمس وفي الحقيقة لا يرى طلوع منزلة أو غروبها وقت طلوع الشمس حتى يساوى طولها طول الشمس أو يبعد عنه بمقدار ١٨٠ درجة وذلك لأن شعاع الشمس يستر نجوم المنزلة ويمنعنا عن رؤيتها فيختلف الطلوع أو الغروب المرئى عن الطلوع أو الغروب الحقيقى فالتى ترى طالعه وقت طلوع الشمس هى تقريبا المنزلة الثانية قبلها من جهة الغرب .

ويفسر البيرونى معنى طلوع المنازل بقوله ان الشمس اذا حلت باحداها سترتها. هى والتى قبلها وطلعت الثالثة فيها .

وعموما فان كل ليلة فى كل وقت ترى فوق الأرض أربع عشرة منزلة وتبقى الأربع عشرة الأخرى غير مرئية تحت الأرض ثم انه كلما غربت احداها طلعت نظيرتها فى المشرق وهى التى كان العرب يسمونها الرقيب فظاهر أن الرقيب هى المنزلة الخامسة عشرة من الساقطة ثم انه من غروب منزلة فى الفجر الى غروب التى تليها مدة ثلاثة عشر يوما تقريبا لأن الشمس تقطع مسافة منزلة (وهى قسم من أقسام الدائرة الثمانية والعشرين) فى ثلاثة عشر يوما بالتقريب .

ويقول البيرونى أن العرب نسبوا الأمطار الى غروب المنازل فى الفجر والرياح الى طلوعها .

كروية الأرض :

شكل الأرض كروى أو سطحها محدب فيما بين المشرق والمغرب وذلك لأن الشمس والقمر وسائر النجوم لا تطلع ولا تغرب على جميع الأرض في وقت واحد بل يرى طلوعها على البلدان الشرقية يكون قبل طلوعها على البلدان الغربية وكذلك يتقدم غروبها عند البلاد للشرقية عن البلاد الغربية .

ويمكن البرهنة على كروية الأرض من خسوف القمر فانه مع حدوثه في الحقيقة في وقت واحد لكل البلاد فانه يرصد في بلد شرقى قبل ما يرصد في بلد غربى بقدر من الزمان مناسب للمسافة بين البلدين في حالة ما كان للبلدين خط عرض واحد وذلك يدل على انتظام استدارة الأرض فيما بين المشرق والمغرب .

أما الاستدارة من الجنوب الى الشمال فاستدلوا عليها بما يعرض لمن يسرون ناحية الجنوب الى الشمال انه يرى عند تغلغله ناحية الشمال نجوم كانت مخفية عنه وأن بعض النجوم الشمالية التى كان لها غروب عند بداية حركته تصبح أبدية الظهور (أى تتحرى حركة ظاهرية حول الأرض بدون غروب) ونجوم أخرى كانت فى اتجاه جنوب الراصد والتي كانت لها شروق وغروب فتصير أبدية الخفاء على ترتيب واحد .

ومما يدل أيضا ويثبت كروية الأرض وذلك لما يحدث للأشياء المرتفعة مثل الجبال والبروج الشاهقة انها ترى قممها من مسافة لا يرى منها أسفلها . وكذلك استدلوا على استدارة سطح البحار بما هو مشهور أن السفن المقبلة تظهر رؤس سواريتها من بعيد قبل ما ترى قلوها ثم تظهر القلوع قبل ظهور جسم السفينة .

جعل فوكول في أحد الأبنية العليا من مدينة باريس المسمى نبتون رقاصا (بندولا) عظيما جدا أعنى كرة ثقيلة من نحاس أصفر معلقة في مركز قبة نبتون بخيط معدني طوله ٦٤ مترا ثم أزاح الكرة عن محلها فتركها تتذبذب « بعد أخذ كل الاحتياطات اللازمة لكي لا يحدث للرقاص أى حركة في اتجاه الشمال أو الجنوب » وترك فوكول البندول يتذبذب لفترة ما . وجد فوكول خلال هذه الفترة أن الرقاص كان يتذبذب ذبذبات منتظمة وكان مستوى التذبذب دائر من الشرق الى الغرب حول محور مار بالنقطة التي علق فيها الرقاص وبأوساط التذبذب . وقدر قدر الانحراف بمقدار ١١ درجة لكل ساعة . فعرف فوكول أن سبب ذلك الانحراف هو دوران الأرض على محورها بين الغرب الى الشرق ، فلو وضع البندول في أحد قطبي الأرض بشرط أن تكون نقطة تعليقه على امتداد محور الأرض لثم مستوى

التذبذب دورة كاملة في يوم نجمي الى الجهة المضادة لدوران
الكرة السماوية .

ومن البراهين الأخرى التي تدل على دوران الأرض حول
محورها أن سقوط أى جسم ثقيل يتبع في سقوطه اتجاه الثقيل
أى اتجاه الخط الرأسى فلو تركنا حجرا من قمة برج شاهق
ذى خيطان رأسية لوقع الحجر على الأرض عند قاعدة البرج
مهما كان ارتفاعه . ولكن على فرض دوران الأرض السريع من
الغرب الى الشرق في عكس اتجاه عقارب الساعة لابد من
وقوع الحجر على الأرض في اتجاه الشرق بقدر يسير وذلك
لازدیاد السرعة بازدیاد البعد عن مركز الأرض للدائرية على
محورها ويبدو أن مشاهدة ذلك أمر صعب أولا لقلّة اختلاف
السرعة من القاعدة الى القمة ان لم يكن ارتفاع البرج عظیما
جدا ولكن في سنة ١٧٩٢ م . أجرى العالم كليمينى تجربة مدققة
متقنة في برج مرتفع جدا لتعيين قدر ذلك الانحراف الصغير
ثم جددها في بعض آبار عميقة سنة ١٨٠٤ م ، ١٨٣١ م . فوجد
مثلا أن الجسم الساقط زاغ عن شرق القاعدة بقدر
٢٨٣٣ ملليمتر فقط في بئر عمقه ١٥٨٥ متر .

يمكن استخدام آلة « سكافى » في معرفة خط عرض
المكان وذلك عند استخدامها لقياس ارتفاع الشمس وقت
انتصاف النهار في يوم ٢١ مارس أو ٢٢ سبتمبر فان الزاوية

المتسمة لارتفاعها في وقت الظهر هي عبارة عن خط عرض المكان ،
خط عرض المكان = ٩٠ - أكبر ارتفاع للشمس أثناء
النهار في الاعتدالين الربيعي
أو الخريفي •



تعيين اتجاه القبلة :

فاتجاه القبلة في أى مكان على سطح الأرض هو الاتجاه
بين ذلك المكان والمسجد الحرام •

ويتحدد الاتجاه بين أى نقطتين على سطح الأرض بمستوى
رأسى يمر بالنقطتين ولما كانت الأرض كروية فإن هذا المستوى
يقابلها في قوس نصف قطره مساوى لنصف قطر الأرض ويسمى
بقوس الدائرة العظمى •

ويلزم ربط اتجاه القبلة باتجاه ثابت يتخذ كمرجع وهو
اتجاه الشمال والزاوية بين الاتجاهين تسمى انحراف القبلة
عن الشمال واتجاه الشمال هو اتجاه القطب الشمالى أى اتجاه
قوس الدائرة العظمى التى تصل بين المكان والقطب الشمالى •

وعلى هذا يكون لدينا ثلاث اتجاهات تحددتها ثلاثة أقواس
من دوائر عظمى وهي •

١ - قوس الدائرة العظمى المار بمكان المصلى ومكة المكرمة وهو الذى يحدد الاتجاه بينهما أى اتجاه القبلة .

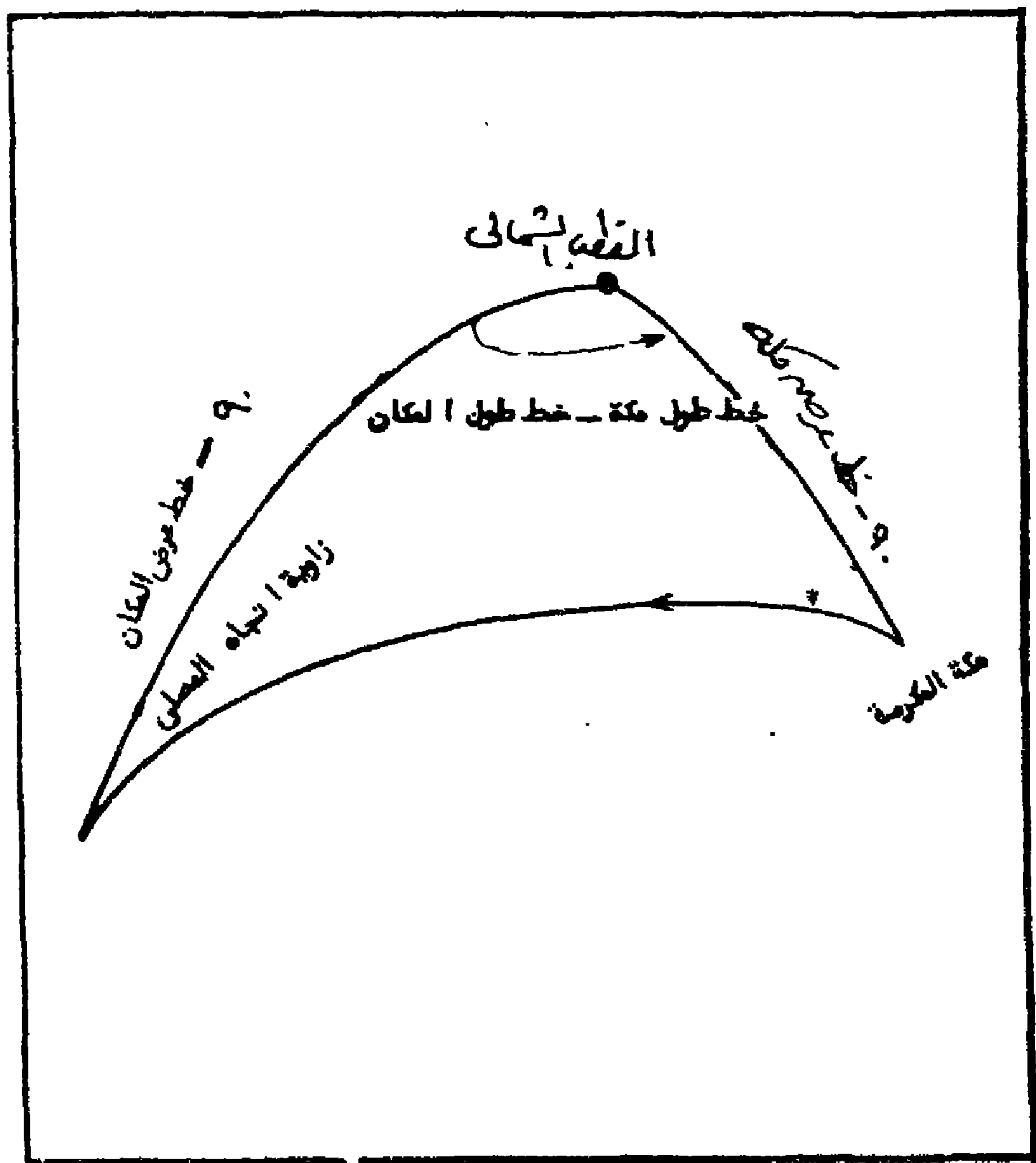
٢ - قوس الدائرة العظمى المار بمكان المصلى والقطب الشمالى وهو الذى يحدد اتجاه الشمال فى مكان المصلى « المسجد » .

٣ - قوس الدائرة العظمى المار بالمسجد الحرام والقطب الشمالى وهو الذى يحدد اتجاه الشمال فى موقع المسجد الحرام .

ومن أقواس الدوائر العظمى الثلاثة هذه يتكون ما يسمى بالمثلث الكرى . وبحل هذا المثلث يتم حساب زاوية انحراف القبلة عن الشمال وهى الزاوية (هـ) كما فى الشكل .

وقوس الدائرة العظمى كأى منحنى يغير اتجاهه من نقطة لأخرى الا أن اتجاه القبلة هو اتجاه المماس لهذا القوس وهذا المماس عبارة عن خط مستقيم مباشر يصل بين مكان المصلى والمسجد الحرام .

وقد يحدث فى بعض الأحيان كما هو الحال فى أمريكا الشمالية مثلا أن تقع نقطة الذروة لقوس الدائرة العظمى المحدد



شكل (رقم ١٧)

للقبلة في مكان ما بين النقطتين « موقع المصلى والمسجد الحرام » كما بالشكل وفي هذه الحالة ينعكس اتجاه القبلة بالنسبة للشمال والجنوب وهذه الحالة قد تثير اللبس عند غير المتخصصين •

ونتيجة لهذه الحالة بالذات فأننا لا تتمكن من وضع قواعد بسيطة لتعيين اتجاه القبلة • إذ أنه بينما يمكن وضع قواعد عامة بسيطة لاتجاهى الشرق والغرب على أساس خطوط الطول حيث يكون اتجاه القبلة الى الغرب في البلاد الواقعة على خطوط طول شرق خط طول مكة المكرمة والعكس بالعكس أى يكون اتجاه القبلة الى الشرق في البلاد الواقعة على خطوط طول غرب خط طول مكة المكرمة •

الا أنه بالنسبة لاتجاهى الشمال والجنوب فلا يمكن وضع مثل هذه القاعدة البسيطة على أساس خطوط العرض لاحتمال وقوع نقطة الذروة السابق الاشارة اليها بين البلدين فينعكس الاتجاه • وتعيين موقع هذه النقطة لا يخضع لقاعدة بسيطة حتى الآن •

هذا وأود أن أنبه الى بعض الملاحظات الهامة :

١ - قد تعدد المسارات بين أى نقطة ومكة المكرمة الا أن الاتجاه بينهما « اتجاه القبلة » هو اتجاه

واحد فقط يتحدد بقوس الدائرة العظمى بينهما •

٢ - لا يجوز استخدام الخرائط لتعيين اتجاه القبلة لأن الخرائط بوجه عام لا تعطى الاتجاه الصحيح فحتى ما يعرف بالخرائط الاتجاهية ليست دقيقة • كما أن هنالك خطأ شائع وهو استخدام خرائط مركبتور الملاحية لتعيين اتجاه القبلة لأنها تعطى اتجاه الانحراف الثابت الذي يغير اتجاهه مع تغير اتجاه الشمال وهو ما يعرف بالخط المتراو Rhumb line وهو ان كان يصلح للملاحة فلا يصلح مطلقا لتعيين اتجاه القبلة •

٣ - لا يجوز استخدام البوصلة لتعيين اتجاه القبلة لتأثرها بالمعادن والتيارات الكهربائية المارة في الأسلاك والأجهزة الكهربائية القريبة منها •

ولقد اهتم العلماء المسلمون القدامى بتعيين اتجاه القبلة في أى مكان على سطح الأرض حتى انهم وضعوا قواعد علم حساب المثلثات الكروية بواسطة أبو بكر البتاني وخلفاؤه لهذا الغرض • وقد فن هؤلاء العلماء الى أن اتجاه القبلة يتحدد باتجاه المستوى الرأسى المار بموقع المصلى والمسجد الحرام فأطلقوا على هذا الاتجاه « اتجاه سمت القبلة » والسمت كما هو معروف هو نهاية الاتجاه الرأسى •

الا أنهم استخدموا مصطلح « سمت القبلة » فيما بعد على الوقت الذى تكون فيه الشمس فى اتجاه سمت القبلة أى فى اتجاه القبلة •



سمت القبلة :

لاحظ قدامى علماء الفلك المسلمين أن الشمس فى حركتها الظاهرية اليومية ما بين الشروق والغروب قد تمر باتجاه قبلة الصلاة ، وتتحقق هذه الظاهرة كل يوم فى معظم أنحاء العالم الاسلامى ، وقد أطلقوا على الوقت الذى يكون فيه مركز الشمس فى اتجاه القبلة « سمت القبلة » ومن البديهي أن هذا الوقت يختلف من يوم لآخر على مدار السنة ويختلف كذلك من مكان لآخر •

وقد كانت حسابات القدامى لسمت القبلة مبنية فى الغالب على فرض انتظام حركة الشمس وهذا غير صحيح ، ولهذا جاءت حساباتهم فى الغالب غير دقيقة • ولهذا فقد تم إعادة حساب سمت القبلة بطرق الحساب الدقيقة وذلك لعدد كبير من المدن •

ويلاحظ أن اتجاه الشمس يكون عكس اتجاه الظل لذا فقد يكون أسهل على الراصد رصد ظل خيط شاعول أو ظل شاخص رأسى فى لحظة سمت القبلة الموضحة بالجداول فى

يوم الرصد حيث يكون اتجاه القبلة هو عكس اتجاه الظل
انظر شكل (رقم ١٨) •

وفي بعض المناطق مثل الولايات المتحدة الأمريكية وكندا
لا تتحقق ظاهرة سمت القبلة بمعناها السابق وهو وجود مركز
الشمس في اتجاه القبلة وفي هذه الحالة فانا نحسب الوقت
الذى يصنع فيه مركز الشمس ١٨٠ مع القبلة ، وعندها يكون
اتجاه ظل الشاخص الرأسى أو خيط الشاغل هو اتجاه
القبلة تماما •

وفي مناطق معينة من العالم قد يتحقق شرط سمت القبلة
بمعناه التقليدى في بعض أيام السنة ولا يتحقق في أيام أخرى ،
وفي هذه الحالة فانا نستخدم سمت القبلة بمعناه التقليدى في
بعض الأيام وفي الأيام الأخرى نستخدم الحالة الثانية حسبنا
فيها وقت وجود الظل في اتجاه القبلة بدلا من وقت وجود مركز
الشمس في اتجاه القبلة في الحالة التقليدية •

هذا وبالإمكان حساب الأوقات التى يكون فيها مركز
الشمس أو يكون فيها الظل متعامدا على اتجاه القبلة الا أن ذلك
يستدعى وجود جهاز لتوقيع الزاوية القائمة لتعيين اتجاه
القبلة • ونعين اتجاه القبلة بطريقة سمت القبلة قد يكون أدق
من تعيينه برصد الشمس في لحظة الظهر لتحديد اتجاه الزوال
(الشمال - الجنوب) ثم قياس انحراف القبلة عن هذا الاتجاه

بالتيودوليت لأن حركة الشمس الأفقية في لحظة الزوال تكون في أقصى سرعة لها مما يؤثر سلبيا على دقة الرصد .

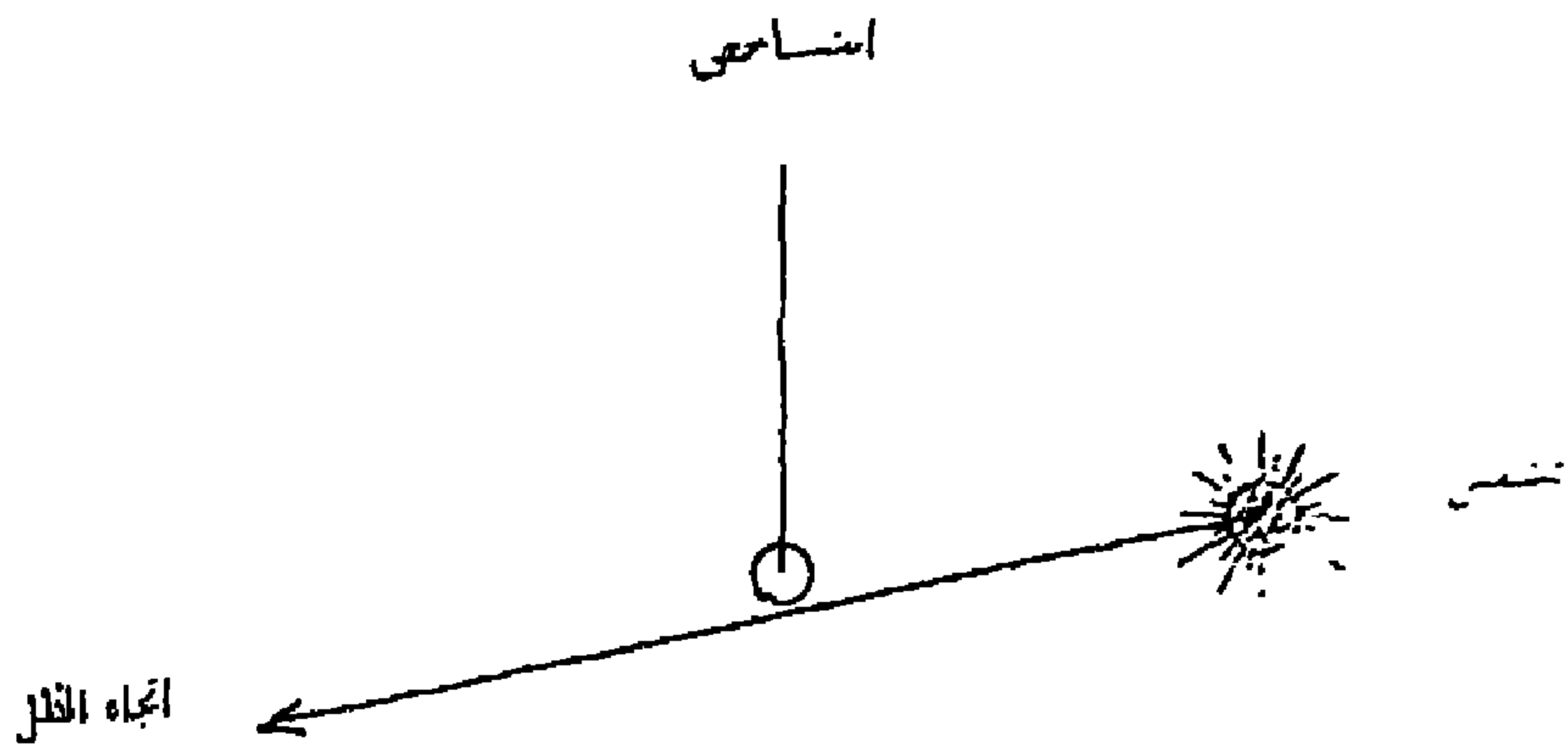
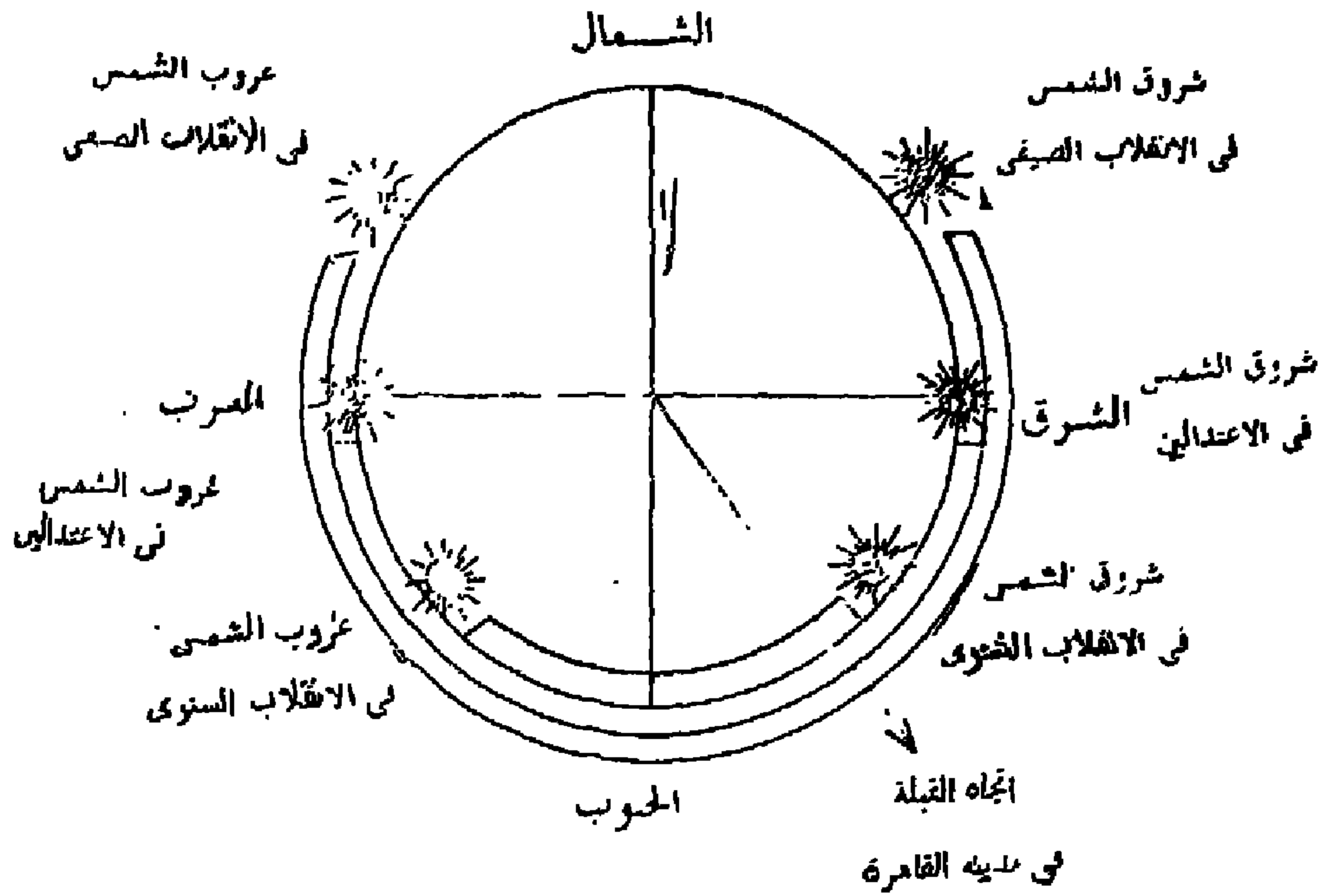
ودقة تعيين اتجاه القبلة بطريقة سمت القبلة تتوقف عموما على انحراف القبلة عن خط الزوال فكلما كانت قريبة من خط الزوال كان تعيينها أقل دقة وكلما كانت قريبة من خط الشرق - الغرب كان تحديدها أعلا دقة حيث أن سرعة الشمس الأفقية أعلا ما يمكن عند عبورها لخط الزوال وأقل ما يمكن عند مرورها باتجاه الشرق - الغرب

تتعتمد الشمس على الكعبة المشرفة مرتان في السنة وقت الظهر أى في لحظة العبور العلوى للشمس وذلك عندما يكون ميل الشمس مساويا لخط عرض مكة المكرمة . ويحدث ذلك يومى ٢٨ مايو ، ١٦ يوليو تقريبا . فإذا رصدنا الشمس لحظة تعامدها على الكعبة المشرفة فإن مركزها يكون في اتجاه الكعبة أى في اتجاه القبلة وذلك في أى مكان في العالم يمكن أن ترى فيه الشمس أى الأماكن التى تقع فيها هذه اللحظة نهارا . وهى حوالى نصف الكرة لأرضية ، ويكون وقت سمت القبلة آنذاك هو وقت الظهر في مكة المكرمة وهى لحظة واحدة يمكن حسابها بالتوقيت المحلى لأى مدينة حيث تكون الساعة التاسعة وثمان عشرة دقيقة بتوقيت جرينتش ليوم ٢٨ مايو ، تكون الساعة التاسعة وسبع وعشرون دقيقة بتوقيت جرينتش ليوم ١٦ يوليو .

وفي نصف الكرة الأرضية الذي تحدث فيه هذه اللحظة ليلا كما هو الحال في أمريكا الشمالية مثلا فاننا نستخدم ظاهرة أخرى وهي تعامد الشمس على النقطة المقابلة لها قطريا في الجهة الأخرى من الكرة الأرضية وهذه النقطة تسمى « قطب مسكة » وهي تقع على خط عرض 25° 21° جنوب خط الاستواء ، خط طول 11° 140° غربا وعند تعامد الشمس على هذه النقطة يكون اتجاه القبلة عكس اتجاه الشمس أى في اتجاه ظل الشاخص ويحدث ذلك تقريبا يومى ٢٩ نوفمبر الساعة ٢١ وتسع دقائق بتوقيت جرينتش ، يوم ١٤ يناير الساعة ٢١ والدقيقة ٣٠ بتوقيت جرينتش .

ويلاحظ أنه في كلتا حالتى التعامد سواء على مكة المكرمة أو على قطبها قد يوجد خطأ صغير فى تحديد وقت سمت القبلة لأن شرطى تعامد الشمس وهما تساوى ميلها مع خط العرض ، وكذا وجودها فى العبور العلوى أى فى لحظة الظهر قد لا يتحققان سويا فى نفس اللحظة بالضبط بل قد يحدث أنه فى وقت الظهر يكون ميل الشمس أكبر أو أصغر قليلا من خط عرض مكة المكرمة فى الحالة الأولى أو خط عرض قطبها فى الحالة الثانية مما ينشأ عنه خطأ صغير فى تعيين وقت سمت القبلة يمكن اهماله .

حركة الشمس في الفصول المختلفة



الظل عكس اتجاه الشمس

شكل (رقم ١٨)

الاحداثيات على الكرة السماوية ، ثلاثة أنواع من الاحداثيات : احدائى الافق وسمت الرأس ، واحدائى دائرة الاستواء والقطب الشمالى ، واحدائى دائرة البروج والنقطة العمودية عليها .

الفهرس

الصفحة

٩	..... موسى بن شاكز
١٤	..... ثابت بن قسرة
١٧	..... عمر الخيام
١٩	..... الخـازن
٢٠	..... البـتروغى
٢٢	..... الخـرقى
٢٤	..... علم الدين قيصز
٢٦	..... أبو الصقر
٢٦	..... القزوينى
٢٨	..... ابن الصقار
٣١	..... نصير الدين الطوسى
٣٥	..... البـديع الأسطرلابى
٣٧	..... محبى الدين المغربى
٣٩	..... الحسن المراكشى
٤١	..... قطب الدين الشيرازى

٤٣	.....	أبوا الفدا
٤٣	.....	ابن البناء المراكشى
٤٥	.....	اللجائى الفاسى
٤٥	.....	ابن المجدى
٤٧	.....	أولغ بك
٥٠	.....	غياث الدين الكاشى
٥١	.....	بهاء الدين العاملى
٥٢	.....	الرودانى
٥٤	.....	الخوارزمى
٥٥	.....	المروزى
٥٦	.....	العباسى
٥٧	.....	الكوهى
٥٩	.....	الصاغائى
٥٩	.....	المجريطى
٦١	.....	ابن الشاطر
٦٣	.....	سبط الماردينى
٦٥	.....	صلاح الدين قاضى زاده
		الباب الرابع :
٦٧	.....	المراصد والأزياج والآلات العربية
		الباب الخامس :
٩٥	.....	أفكار جديدة
١٦٣	.....	سمت القبلة

مطابع
الهيئة المصرية العامة للكتاب

رقم الايداع بدار الكتب ٩٧/١٠٤٢٠

I.S.B.N 977-01-5432-6

■ د. زين العابدين متولى

- ولد بإحدى قرى محافظة القليوبية، عام ١٩٤٠.

- أستاذ ورئيس قسم الفلك والأرصاد الجوية
كلية العلوم - جامعة القاهرة.

- دكتوراه فى العلوم الرياضية والفيزيائية جامعة
موسكو ١٩٧٤.

- عضو مؤسس للجمعية الفلكية فى مصر،
وكذلك الجمعية الجوية، واللجنة القومية للعلوم
الفلكية بأكاديمية البحث العلمى، ولجنة الحضارة
والعلوم بالمجلس الأعلى للشتون الإسلامية.

- له مؤلفات ودراسات وبحوث فى مجالات
تخصصه ومنها: «المجموعة الشمسية واحتمالات
الحياة عليها»، «قصة الأوزون»، «صور من
الكون»، وفاز كتابه «إطلالة على الكون» بجائزة
مكتبة الأسرة ١٩٩٦

- شارك فى العديد من المؤتمرات
محلياً ودولياً.

مكتبة الأسرة



بسر رمزى خمسون قرشاً
بمناسبة

مهرجان القراءة للجميع ١٩٩٧

مطابع

الهيئة المصرية العامة للكتاب

Bibliotheca Alexandrina



0678554

